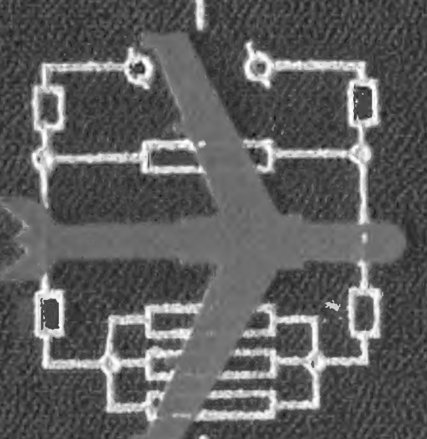
1р. 41 к.

СПРАВОЧНИК

В. Ф. БЛЮГЕР, В. Г. БРЕСЛАВЕЦ

В. Ф. БЛЮГЕР, В. Г. БРЕСЛАВЕЦ



СПРАВОЧНИК
АВИАЦИОННОГО ТЕХНИКА ПО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЮ

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА САМОЛЕТАХ И ВЕРТОЛЕТАХ. ЭЛЕКТРОСТАРТЕРЫ СИСТЕМ ЗАПУСКА АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ГЕНЕРАТОРЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

В гражданской авиации применяются две основные серии генераторов постоянного тока: ГС с самоохлаждением мощностью 0,35—1,0 *квт*, напряжением 27,5 *в*; ГСР с принудительным охлаждением мощностью 3—18 *квт*, напряжением 28,5 *в* (табл. 1,2). Общий вид генераторов показан на рис. 1.

Назначение. Генераторы серий ГС, ГСК, ГСН, ГСР и ВГ предназначены для питания электрической сети самолетов и вертолетов постоянным током напряжением 27,5—28,5 *в*. Генератор ГС-24А предназначен для работы в стартерном режиме при запуске приводного двигателя, для питания в генераторном режиме бортсети во время подготовки самолета к полету и питания стартер-генераторов при запуске авиадвигателей, а также как источник аварийного питания бортсети на самолете.

Общие сведения. Генераторы серий ГС, ГСК, ГСН, ГСР и ВГ — электрические машины постоянного тока с шунтовым возбуждением, имеющие 4—8 основных полюсов и 0—6 дополнительных. Принципиальные схемы их приведены на рис. 2, а электрические — на рис. 3—7.

Генераторы ГС-10-350 охлаждаются с помощью вентилятора, установленного на валу генератора (самовентиляция), а остальные — дополнительным продувом атмосферным воздухом.

Схема охлаждения генераторов в зависимости от их мощности приведена на рис. 8.

Способ соединения генераторов с коробкой приводов авиадвигателя шлицевой. Генератор на двигателе крепится шпильками. Направление вращения генераторов ГС-10-350 и ГСК-1500 правое и левое, у генераторов серии ГСН, ГСР и ВГ — только левое (со стороны привода — против часовой стрелки). Исполнение генераторов закрытое, экранированное.

В генераторе серии ГС-10 применены электрографитовые щетки типа ЭГ, а в генераторах серии ГСК, ГСН, ГСР, ВГ и ГС-24А — медно-графитовые МГС.

Генератор ГС-10-350 работает в комплекте с регуляторной коробкой РК-1500Р и фильтром СФ-1А, или Ф-14А, или СФ-1500Р;

генератор ГСК-1500 — с регуляторной коробкой РК-1500Р и фильтром СФ-1500Р;

генераторы ГСН-3000 и ГСР-3000М — с регулятором Р-25АМ, дифференциальным минимальным реле ДМР-400 (А), фильтром СФ-3000Р, СФ-1500Р, добавочным сопротивлением РС-7 (для случая параллельной работы), стабилизирующим трансформатором Т-1Г (только для ГСР-3000М);

генератор ГСР-6000А — с регулятором Р-25АМ, дифференциальным минимальным реле ДМР-400, ДМР-400А или ДМР-400Д, балластным сопротивлением БС-6000 (только для параллельной работы генераторов), конденсатором КБМ-31, стабилизирующим трансформатором ТС-9АМ (для работы с аккумуляторной батареей 12-А-30 или 12-САМ-28) при работе генератора на скоростях выше 7500 *об/мин*;

генераторы ГСР-9000 и ВГ-7500 — с регулятором Р-25АМ или Р-27, стабилизирующим трансформатором ТС-9АМ, дифференциальным минимальным реле

Таблица

Технические данные генераторов постоянного тока

Тип генератора	Номинальные данные				Вес, *кГ*	Относительный вес, *кГ/квт*	Возбуждение (обмотка шунтовая)			Диаметр коллектора, *мм*	
	Напряжение, *в*	Ток, *а*	Мощность, *квт*	Диапазон рабочих скоростей вращения, *об/мин*			Число полюсов: основных	Число полюсов: дополнительных	Сопротивление обмотки, *ом*	нового	минимально допустимой
ГС-10-350М (жесткий вал)	27,5	12,7	0,35	3800—5900	8,0	22,9	4	—	15,44	Нет св.	Нет св.
ГСК-1500М (гибкий вал)	27,5	36,0	1,0	3800—5900	12,6	8,4	4	—	12,7	57,0	54,5
ГСК-1500В (жесткий вал)	27,5	54,0	1,5	3800—5900	12,6	8,4	4	—	12,7	57,0	54,5
ГСН-3000 (гибкий и жесткий валы)	28,5	100	3,0	3800—6500	12,3	4,1	4	4	2,25 (основные полюса) 0,017 (дополнительные полюса)	72,0	70,5
ГСР-3000М	28,5	100	3,0	4000—8000	11,5	3,84	4	4	2,2 (основные полюса) 0,0122 (дополнительные полюса)	72,0	70,5
ГСР-3000М 4с	28,5	100	3,0	4000—9000	11,5	3,84	4	4	То же	72,0	70,5
ГСР-6000А (гибкий вал)	28,5	200	6,0	4000—9000	20,8	3,47	6	3	2,03—2,24 (основные полюса) 0,002 (дополнительные полюса)	99,2	97,0
ГСР-9000 3с	28,5	300	9,0	4000—9000	24,4	2,70	6	3	2,07—2,29 (основные полюса) 0,001 (дополнительные полюса)	99,2	97,0
ВГ-7500	28,5	300	9,0	5000—8000	24,5	2,72	6	3	2,07—2,29 (основные полюса) 0,002 (дополнительные полюса)	99,2	97,0
ГСР-12000ВТ 2с	28,5	400	12,0	4000—9000	28,0	2,34	8	4		Нет св.	Нет св.
ГСР-18000М	28,5	600	18,0	4000—9000	41,6	2,30	8	4	1,14 (основные полюса) 0,001 (дополнительные полюса)	118,0	116,0

Таблица 2

Технические данные генераторов постоянного тока

Параметры	ГС-10-350М	ГСК-1500М	ГСН-3000М	ГСР-3000М	ГСР-3000М 4с	ГСР-6000А	ВГ-7500 и ГСР-9000 3с	ГСР-12000ВТ 2с	ГСР-18 000М	ГС-24А
Высотность, *км*	12	15	15	5	5	5	15 (ГСР) 5 (ВГ)	15	15	3
Режим работы	Продолжительный									
Ток возбуждения при холостом ходе, *а*		$i_в=1,55$ (при $n=800$ *об/мин*, $U=27,5$ *в* $I_н=50$ *а*)	$i_в=6,5$ (при $n=3800$ *об/мин*, $U=28,5$ *в* $I_н=100$ *а*)	Нет св.	Нет. св.	Нет. св.	Не менее 0,9 (при $n=9000$ *об/мин*)	Не менее 1,9 (при $n=4000$ *об/мин*)	Не менее 2 (при $n=9300$ *об/мин*)	
Максимальный ток нагрузки, *а*, в 1 *мин* при скорости вращения 5000—8000 *об/мин*	—	54 (без продува) 81 (с продувом)	150	150	150	300	450 (ГСР) 350 (ВГ при $n=6000$ *об/мин*)	600	750 (при $n=4500-8200$ *об/мин*)	
Максимальный ток нагрузки, *а*, не более 5—10 *сек* при скорости вращения 5600—8000 *об/мин*	—	—	—	200 (5 *сек*, без продува)	200 (5 *сек*, без продува)	400 (5 *сек*, без продува)	600 (ГСР 5 *сек*, без продува)	800 (10 *сек*, с продувом)	900 (10 *сек*, с продувом)	

Продолжение табл. 2

Параметры	ГС-10-350М	ГСК-1500М	ГСН-3000М	ГСР-3000М	ГСР-3000М 4с	ГСР-6000А	ВГ-7500 и ГСР-9000 3с	ГСР-12 000ВТ 2с	ГСР-18 000М	ГС-24А
Максимальный ток нагрузки, *а*, без продува, 30 *мин*, U= =28,5 *в*	—	—	—	30	30 (не более 15 *мин*)	60	90 (ГСР)	120	750	200 (не более 20 *мин*)
Диаметр посадочного болта фланца генератора, *мм*	90	90	90	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7	165
Наружный диаметр фланца генератора, *мм*	—	—	—	150	150	153	153	153	153	Нет св.
Количество шпилек крепления на объекте, шт.	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6
Диаметр шпильки, *мм*	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Примечания.

1. Сопротивление изоляции между токоведущими частями генератора и корпусом (при измерении мегомметром с напряжением 500 *в*) в холодном состоянии должно быть не менее 5 *мгом*.
2. Генератор ГС-10-350М выдерживает 50% перегрузки по току (длительность не более 2 *мин*) в течение каждого часа работы.
3. Генератор ГСР-12 000ВТ 2с без продува при n=3800 *об/мин* и при t=80° С допускает нагрузку 385 *а* в течение 5 *мин* в холодном состоянии; в полете — 800 *а* при n=8000 *об/мин* в течение 10 *сек*, 600 *а* при n=5500—8000 *об/мин* в течение 1 *мин*; на земле — 120 *а* без продува при n=3400 *об/мин* в течение 30 *мин* при t=80° С.

а)

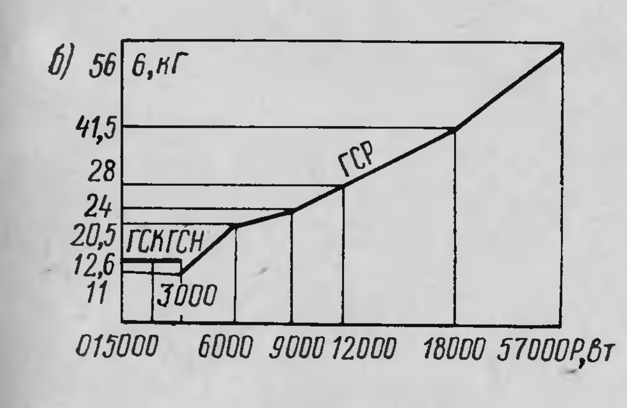
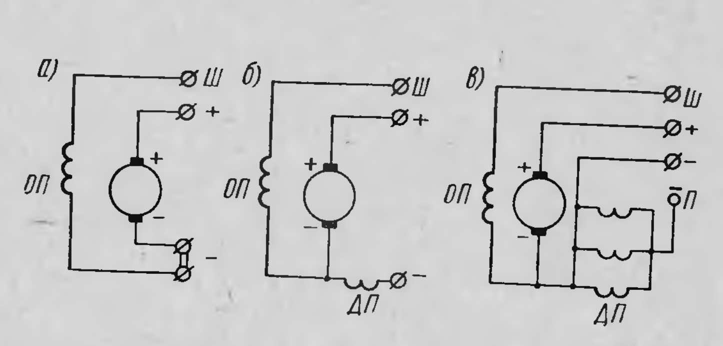


Рис. 1. Генераторы постоянного тока:
а — общий вид:
1 — ГС-10-350; *2* — ГСК-1500; *3*—ГСН-3000М; *4*—ГСР-3000М; *5* — ГСР-6000А; *6* — ГСР-9000 (ВГ-7500); *7* — ГСР-12000ВТ; *8* — ГСР-18000; *9* — ГС-24;
б — зависимость веса генератора от мощности

Рис. 2. Принципиальные схемы генераторов:
а — ГС-10-350, ГСК-1500; *б* — ГСН-3000, ГСР-3000, ГСР-6000, ГСР-9000, ГСР-12000, ГСР-18000; *в* — ГС-24А



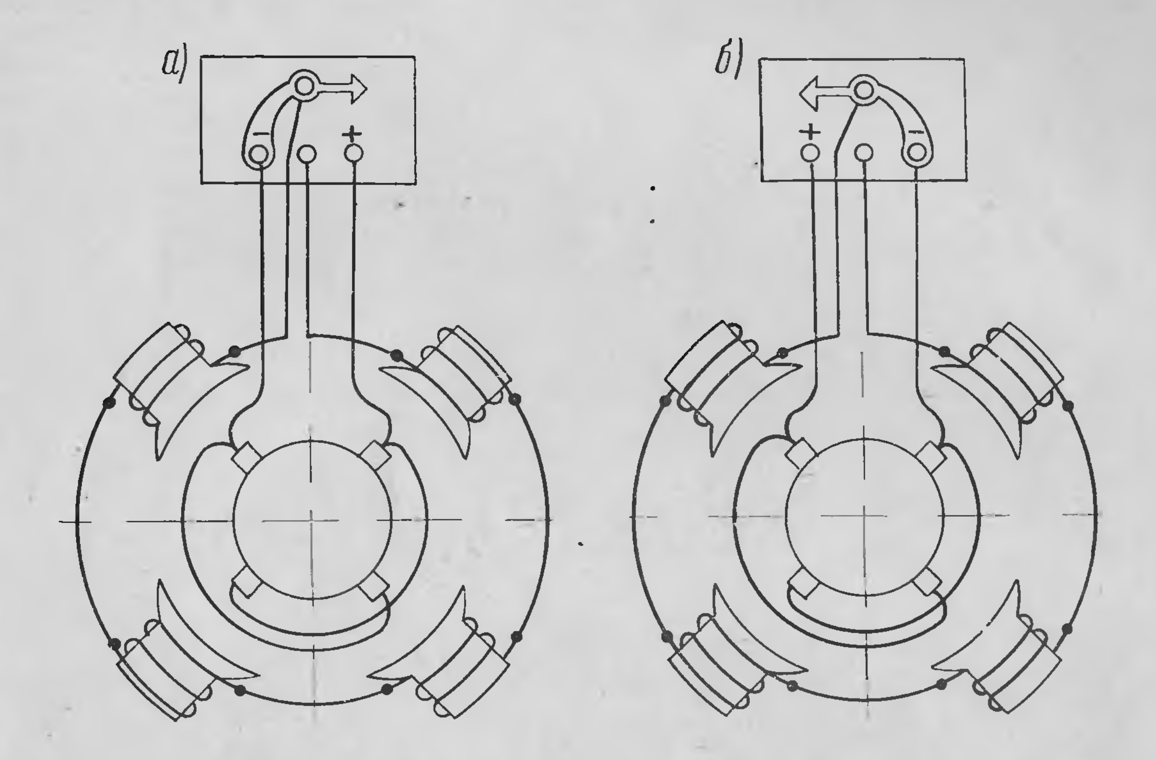


Рис. 3. Электрические схемы (вид со стороны коллектора) генераторов ГС-10-350, ГСК-1500М и ГСК-1500В: *а* — правое вращение; *б* — левое вращение

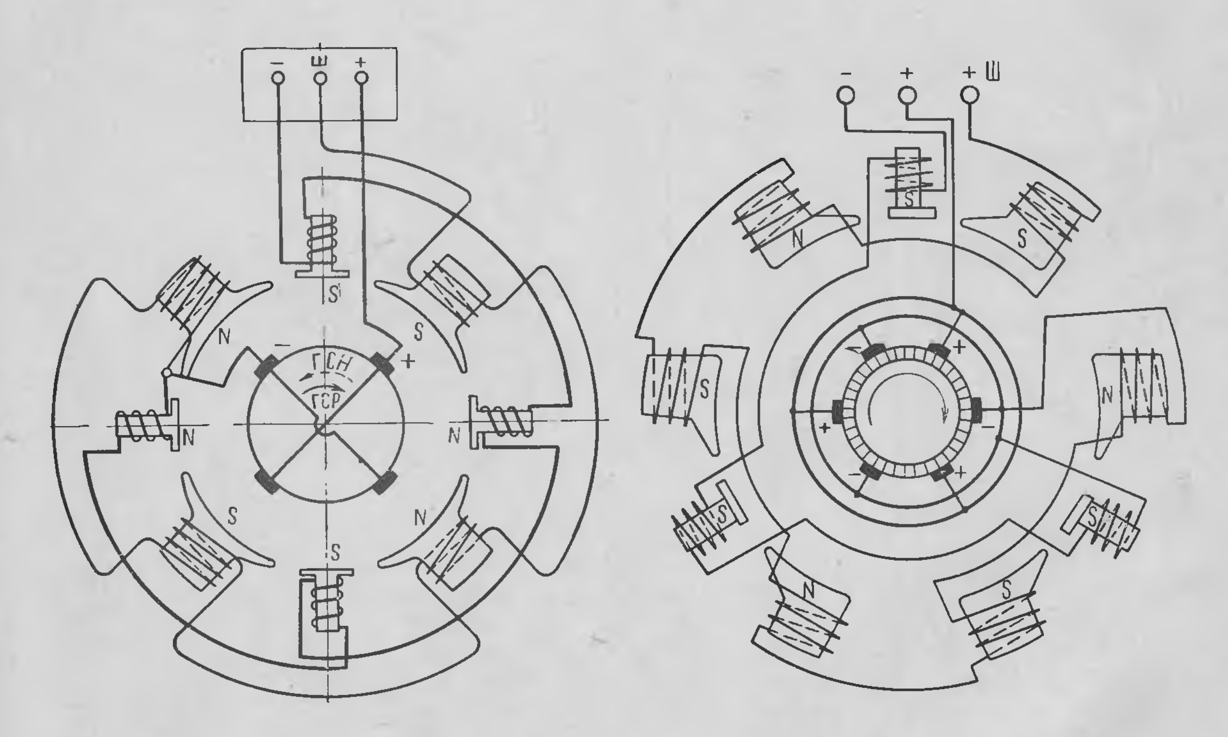


Рис. 4. Электрическая схема (вид со стороны коллектора) генераторов ГСР-3000, ГСР-3000М и ГСН-3000 (правое вращение)

Рис. 5. Электрическая схема (вид со стороны коллектора) генераторов ГСР-6000А, ГСР-9000 и ВГ-7500

ДМР-400Д (допускаются реле ДМР-400, ДМР-400А, ДМР-400АМ и ДМР-400В), балластным сопротивлением БС-2, конденсатором КБМ-31,4 *мкф*;

генератор ГСР-12 000ВТ 2с — с регулятором типа РУГ-82 2с, дифференциальным минимальным реле ДМР-400А или ДМР-400Т, балластным сопротивлением БС-12 000, выносным сопротивлением ВС-20, стабилизирующим трансформатором

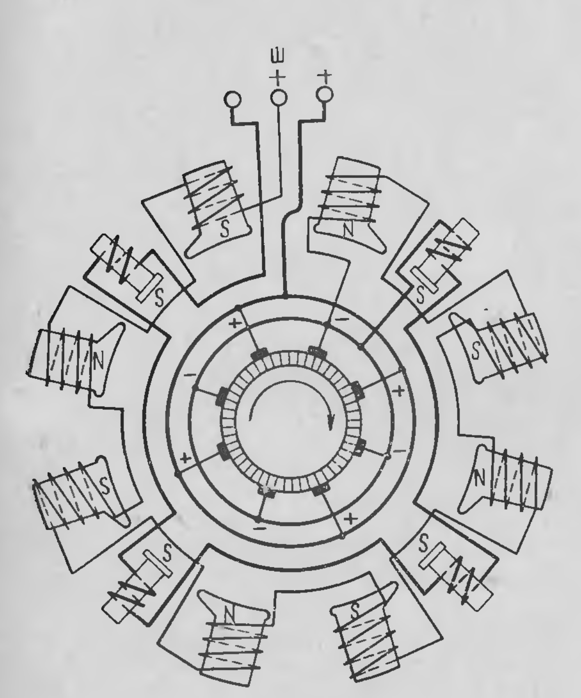


Рис. 6. Электрическая схема (вид со стороны коллектора) генераторов ГСР-12000ВТ2С и ГСР-18000М

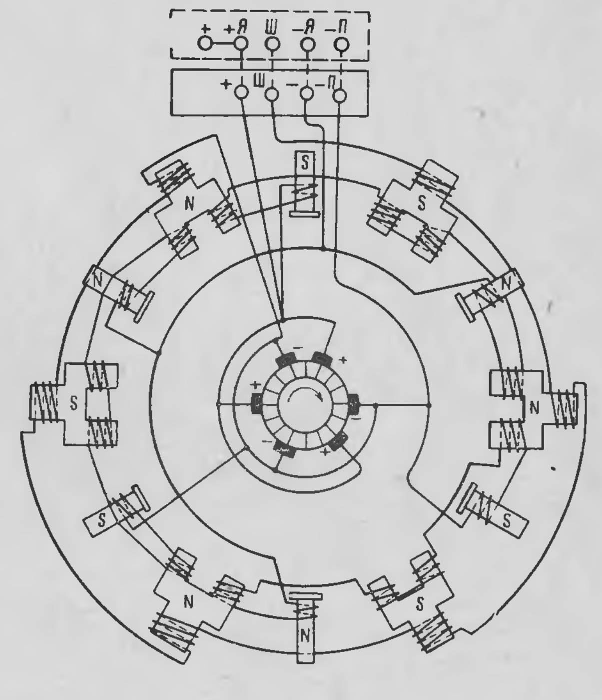
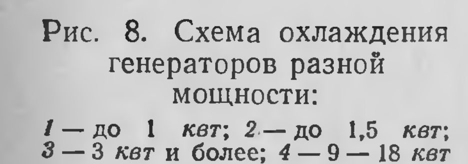


Рис. 7. Электрическая схема (вид со стороны коллектора) генератора ГС-24А и стартер-генераторов СТГ-12ТМО-1000 и СТГ-18ТМ (Клеммная колодка ГС-24А показана сплошной линией, а стартер-генераторов — штриховой)



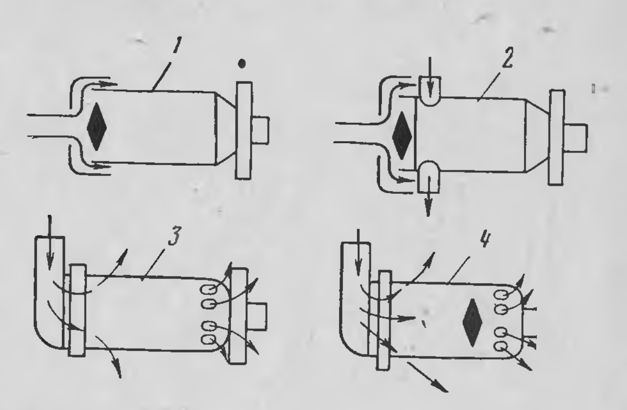


Рис. 8. Схема охлаждения генераторов разной мощности:
1 — до 1 *квт*; *2* — до 1,5 *квт*; *3* — 3 *квт* и более; *4* — 9 — 18 *квт*

ТС-9М и конденсатором МБГТ-160-4-П, автоматом защиты от перенапряжения типа АЗП-8М 4с;

генератор ГСР-18 000М — с регулятором РУГ-82 2с, дифференциальным минимальным реле ДМР-600АМ или ДМР-600Т, автоматом защиты сети от перенапряжения АЗП-8М 4с, балластным сопротивлением БС-18 000;

генератор ГС-24А — с регулятором РН-180 2с и пускорегулирующей коробкой ПРК-8А, дифференциальным минимальным реле ДМР-600Т 2с.

Схемы внешних соединений генераторов постоянного тока приведены на рис. 9—19.

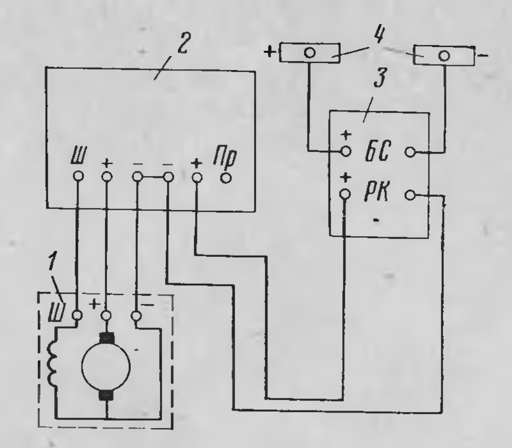


Рис. 9. Схема внешних соединений генератора ГС-10-350М:

1 — генератор ГС-10-350; *2* — регуляторная коробка РК-1500Р, *3* — сетевой фильтр СФ-1500Р; *4* — силовые шины

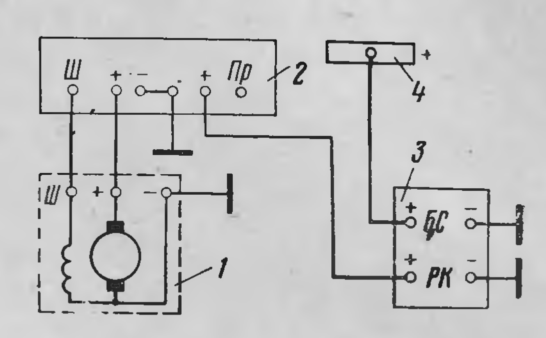


Рис. 10. Схема внешних соединений генераторов ГСК-1500МВ при одиночной работе:

1 — генератор ГСК-1500МВ; *2* — регуляторная коробка РК-1500Р; *3* — сетевой фильтр СФ-1500Р; *4* — силовая шина

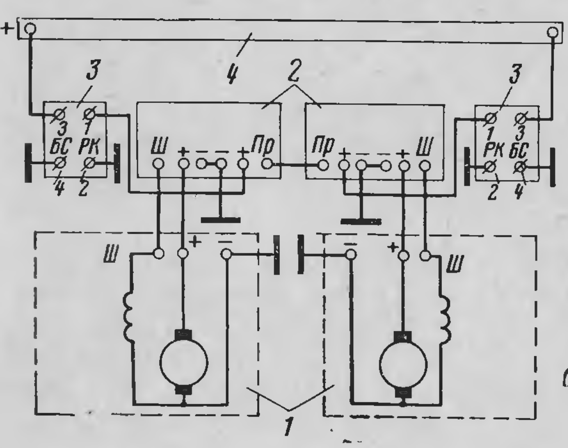
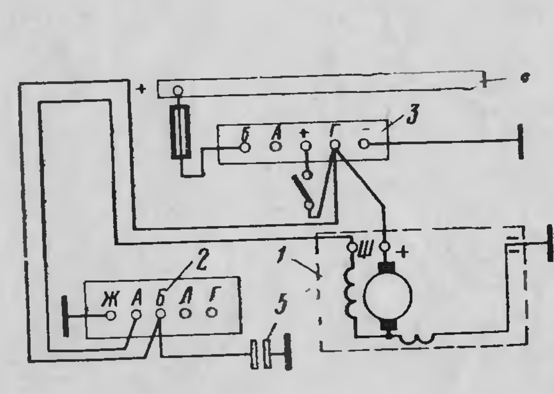


Рис. 11. Схемы внешних соединений двух генераторов ГСК-1500М, ГСК-1500МВ:

1 — генераторы ГСК-1500М и ГСК-1500МВ; *2* — регуляторные коробки РК-1500Р; *3* — сетевые фильтры СФ-1А; *4* — силовая шина



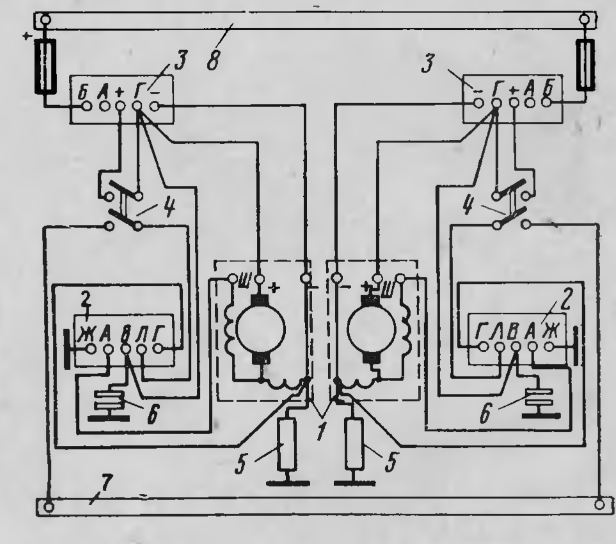


Рис. 12. Схемы внешних соединений:
а — генератора ГСН-3000:

1 — генератор; *2* — регулятор Р-25АМ; *3* — реле ДМР-400А; *4* — силовая шина; *5* — конденсатор КБМ-31;

б — двух генераторов ГСН-3000:

1 — генератор; *2* — регуляторы; *3* — реле; *4* — выключатель 2В-45; *5* — сопротивление РС-7; *6* — конденсатор; *7* — уравнительный провод; *8* — шина

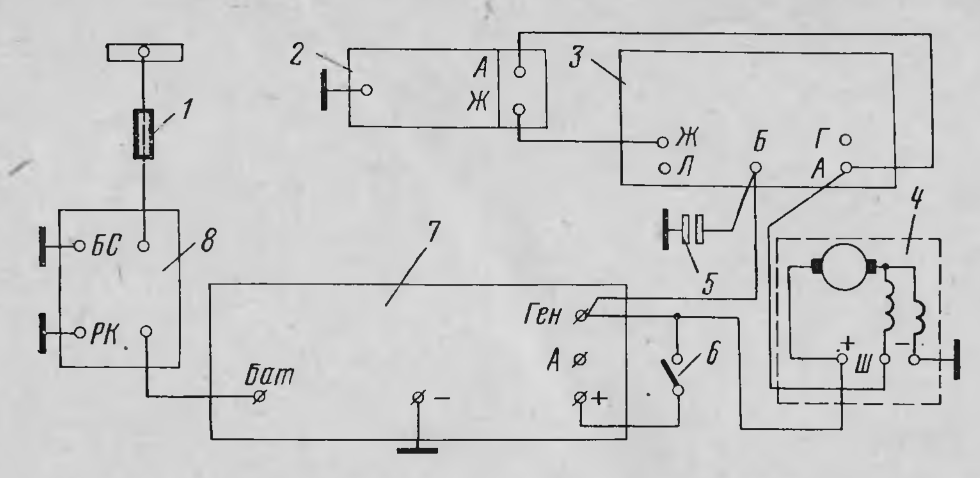


Рис. 13. Схема внешних соединений генератора ГСР-3000М при одиночной работе:

1 — инерционный предохранитель ИП-150; *2* — трансформатор Т-1Г; *3* — регулятор Р-25АМ; *4* — генератор ГСР-300М; *5* — конденсатор КБМ-31; *6* — выключатель В-45; *7* — дифференциально-минимальное реле ДМР-400; *8* — сетевой фильтр СФ-1500Р

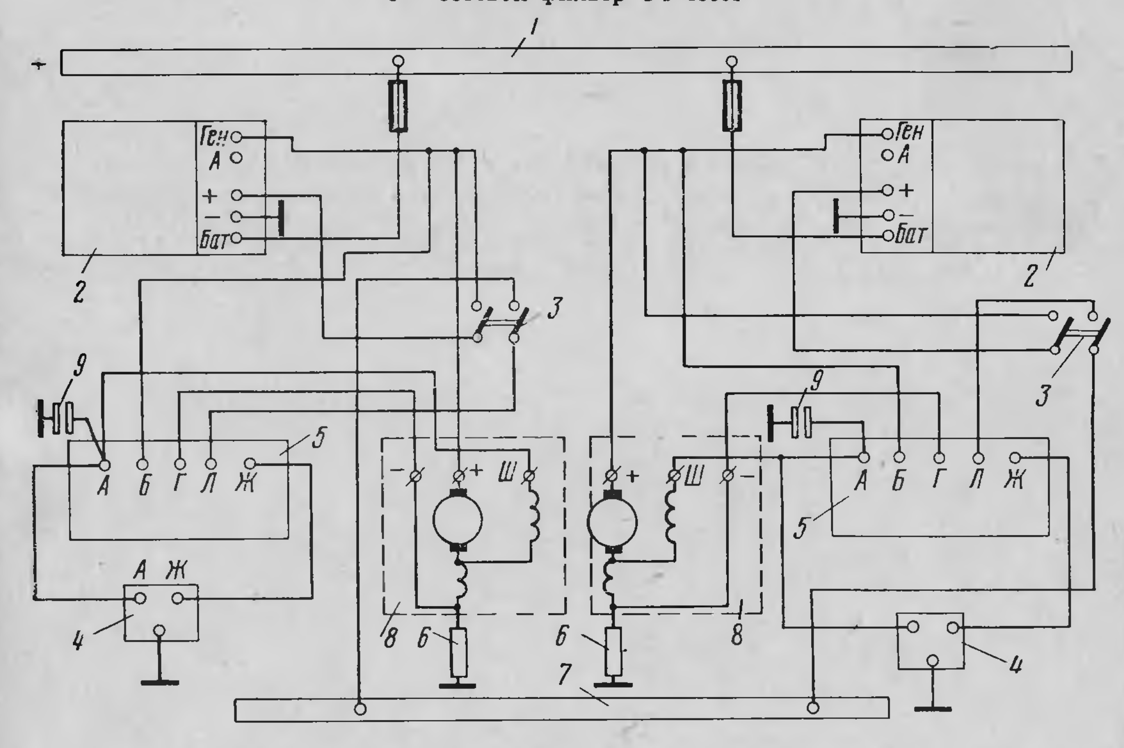
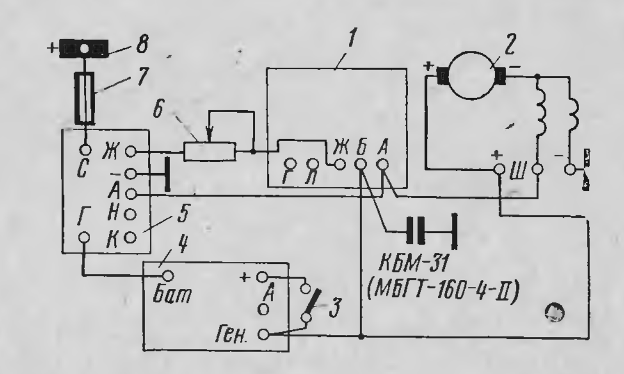


Рис. 14. Схема внешних соединений двух генераторов ГСР-6000А:

1 — силовая шина; *2* — дифференциально-минимальное реле ДМР-400; *3* — выключатель 2В-45; *4* — трансформатор Т-1Г; *5* — регулятор Р-25АМ; *6* — выносное сопротивление ВС-6000; *7* — уравнительная шина; *8* — генератор ГСР-6000А; *9* — конденсатор КБМ-31

Рис. 15. Схема внешних соединений генератора ВГ-7500 при одиночной работе:

1 — регулятор Р-27 (Р-25АМ); *2* — генератор ВГ-7500; *3* — выключатель В-45; *4* — дифференциально-минимальное реле ДРМ-400АМ; *5* — трансформатор ТС-9АМ; *6* — выносное сопротивление ВС-25Б; *7* — предохранитель; *8* — силовая шина



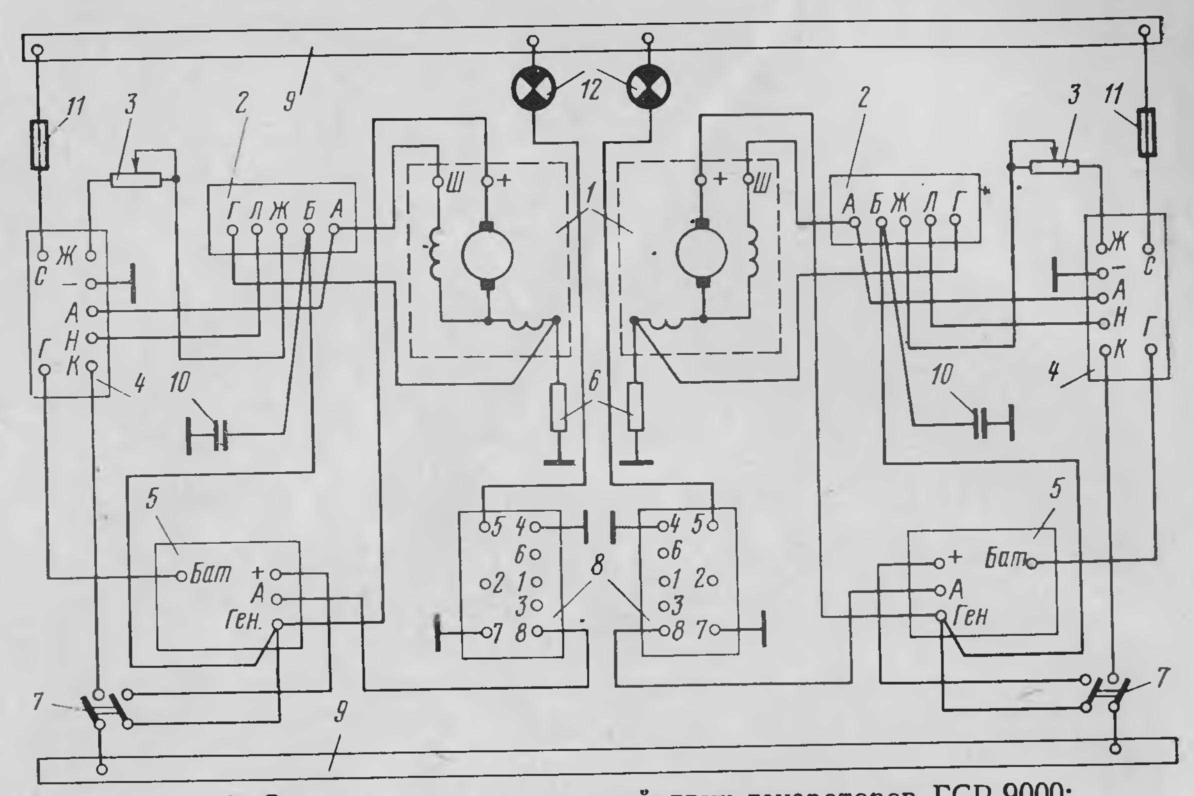


Рис. 16. Схема внешних соединений двух генераторов ГСР-9000:

1 — генераторы ГСР-9000; *2* — регуляторы Р-27 (Р-25АМ); *3* — выносные сопротивления ВС-25Б; *4* — трансформаторы ТС-9АМ (ТС-9); *5* — дифференциально-минимальное реле ДМР-400; *6* — сопротивления БС-2; *7* — выключатели 2В-45; *8* — реле ТКЕ-52ПД; *9* — шины силовые; *10* — конденсаторы КБМ-31 (МБГО-2-160-4-П); *11* — предохранители; *12* — сигнальные лампы

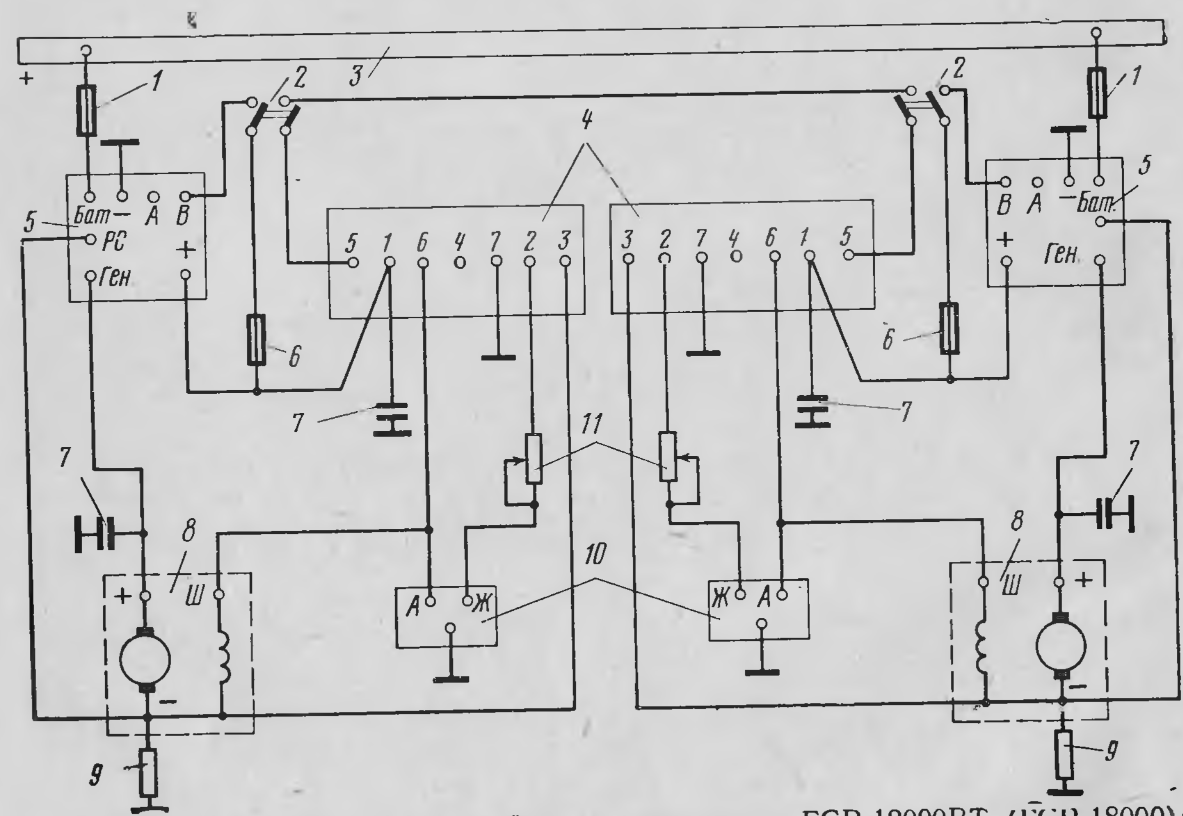


Рис. 17. Схема внешних соединений двух генераторов ГСР-12000ВТ (ГСР-18000):

1 — предохранители ТП-600 (ТП-900); *2* — выключатели 2В-45; *3* — силовая шина; *4* — регуляторы РУГ-82; *5* — дифференциально-минимальные реле ДМР-400 (ДМР-600); *6* — предохранители ИП-15 (ИП-20); *7* — коидеисаторы МБГО-2-160-4-П (КБМ-31); *8* — геиераторы ГСР-12000ВТ (ГСР-18000М); *9* — сопротивления БС-12000 (БС-18000); *10* — траисформаторы ТС-9М (ТС-8); *11* — выносные сопротивлеиия ВС-20

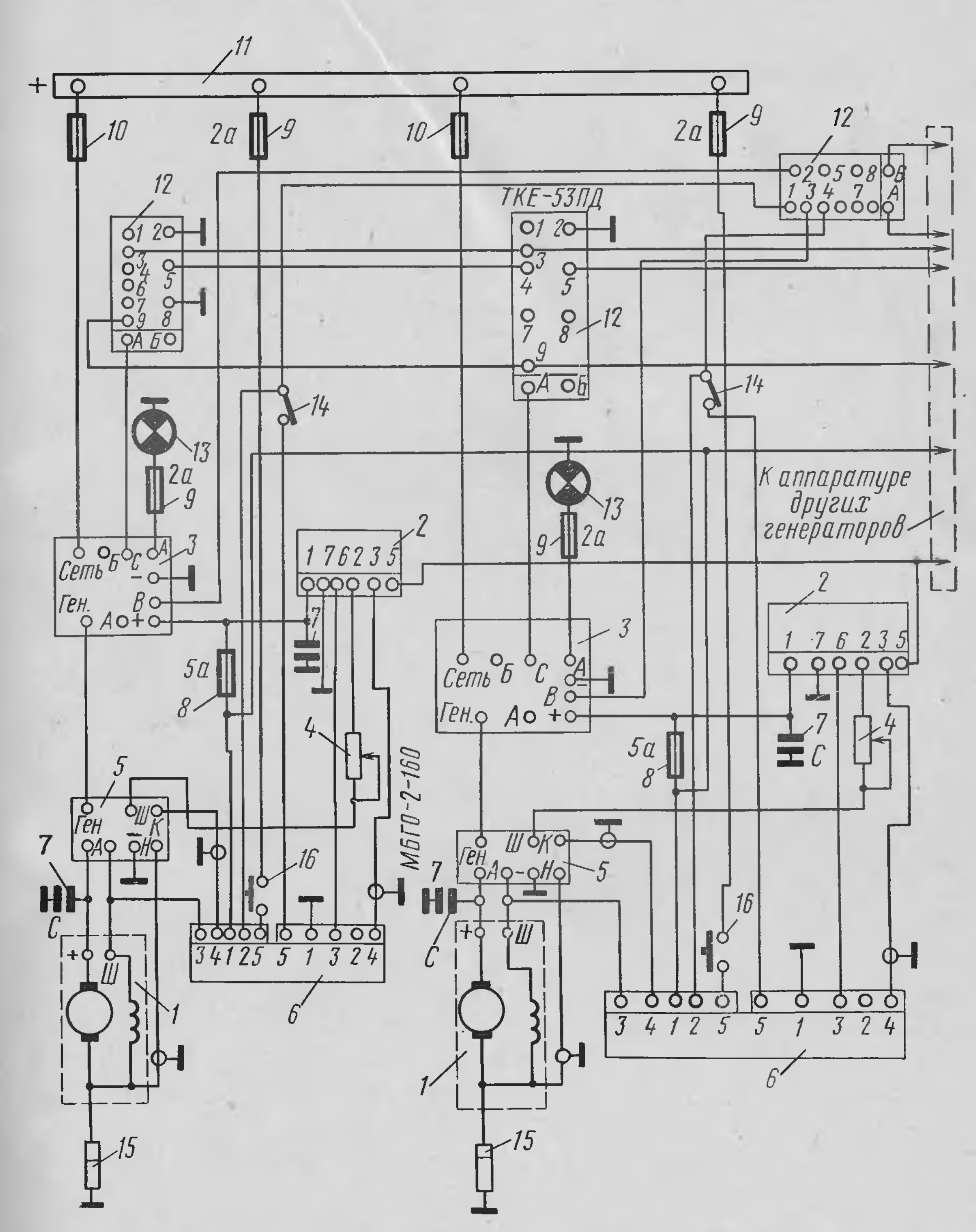


Рис. 18. Схема внешних соединений двух генераторов ГСР-12000ВТ 2с (ГСР-18000М) с АЗП8М 4с:

1 — генераторы ГСР-12000ВТ-2с (ГСР-18000М); *2* — регуляторы РУГ-82-2с; *3* — дифференциально-минимальные реле ДМР-400Т (ДМР-600Т); *4* — выносиое сопротивление ВС-20; *5* — трансформатор ТС-9М; *6* — автомат защиты АЗП-8М4с; *7* — коидеисатор МБГО-2-160; *8* — предохранители на 5 *а*; *9* — предохраиители на 2 *а*; *10* — предохранители ТП-600 (ТП-900); *11* — силовая шина; *12* — реле ТКЕ-53ПД; *13* — сигнальиые лампочки; *14* — выключатели; *15* — сопротивление БС-12000 (БС-18000); *16* — киопка 5КС

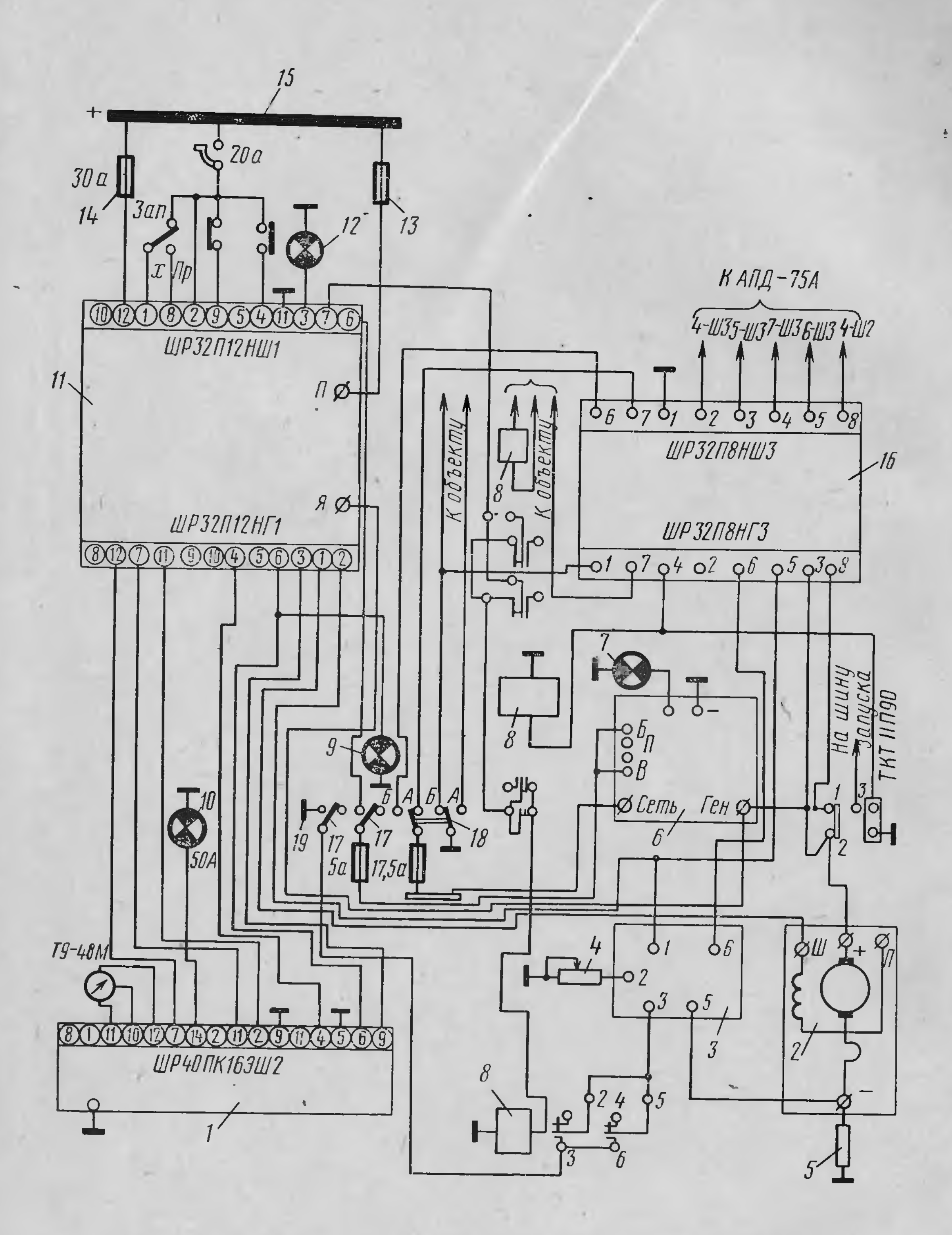


Рис. 19. Схема внешних соединений генератора ГС-24А:

1 — установка ТГ-16; *2* — генератор ГС-24А; *3* — регулятор напряжения РН-180 2с; *4* — выносное сопротивление ВС-25Б; *5* — сопротивление БС-18000; *6* — дифференциально-минимальное реле ДМР-600Т 2с; *7* — сигнальная лампочка включения реле ДМР; *8* — реле ТКЕ-52ПД; *9* — сигнальная лампа выхода турбогенератора на рабочие обороты; *10* — сигнальная лампа давления масла; *11* — панель запуска ПТ-16А; *12* — сигнальная лампа запуска установки; *13* — предохранитель ТП-600; *14* — предохранитель на 30 *а*; *15* — силовая шина; *16* — коробка ПРК-8А; *17* — переключатели; *18* — сдвоенный переключатель; *19* — уравнительная шина

Обозначение генератора расшифровывается следующим образом:

буквы до цифр: Г — генератор, С — самолетный, К — комбинированный (в зависимости от способа охлаждения), Н — низкооборотный привод, Р — расширенный диапазон оборотов;

цифры 350, 1500, 3000, 6000, 7500, 9000, 12 000, 18 000 — мощность в ваттах;

цифра 24 — мощность в киловаттах;

буквы после цифр: М — модернизированный, В — для установки и работы в вертикальном положении (коллектором вверх) в ГСК-15 000В, В — высотный, Т — теплостойкий в ГСР-12 000 ВТ, Ж — жесткий вал, А — первая модификация;

цифры 1с, 2с, 3с, 4с — серии генераторов;

у генератора ГС-10 в цифре 10 : 1 — порядковый номер генератора, 0 — номер модификации данного габарита.

Принцип действия генераторов серии ГС, ГСК, ГСН, ГСР, ВГ ничем не отличается от принципа действия обычных коллекторных низковольтных генераторов постоянного тока промышленного типа.

Наводимая при вращении генератора в обмотке якоря электродвижущая сила E, как и в обычном генераторе, равна

$$E = \frac{Pn}{a60} N\Phi 10^{-8} = cn\Phi,$$

где P — число пар полюсов;

a — число пар параллельных ветвей;

N — число активных проводников обмотки якоря;

Φ — магнитный поток, пронизывающий якорь, *мкс*;

n — скорость вращения якоря, *об/мин*;

$c = \frac{P}{a} \cdot \frac{N}{60} \cdot 10^{-8}$ — постоянный коэффициент для данного типа генератора.

Величина электродвижущей силы, развиваемая генератором, определяется скоростью вращения якоря и величиной магнитного потока, пересекаемого обмоткой якоря.

Напряжение на клеммах генератора меньше его ЭДС на величину падения напряжения в обмотке якоря, вызванного прохождением нагрузочного тока, отдаваемого генератором во внешнюю сеть.

Ток нагрузки, проходя по обмотке якоря при работе генератора на внешнюю сеть, создает неподвижное в пространстве магнитное поле якоря. Это поле, воздействуя на основное магнитное поле полюсов, вызывает смещение магнитной нейтрали по отношению к нейтрали поля холостого хода в сторону вращения, в связи с чем ухудшаются условия коммутации (явление реакции якоря).

Для устранения влияния реакции якоря в генераторах установлены дополнительные полюса, обмотки которых включены последовательно с обмоткой якоря.

Конструкция

По конструкции генераторы серии ГС, ГСК, ГСН, ГСР принципиально одинаковы. Однако между собой они различаются габаритными размерами, конструкцией отдельных узлов и деталей: фланцами, хвостовиками, диаметром коллекторов, количеством основных и дополнительных полюсов, гибкими или жесткими валами, шарикоподшипниками, щеточно-коллекторными узлами и типами щеток, якорными пакетами и обмотками, вентиляторами, защитными лентами, коллекторными щетками, клеммными колодками, колпаками (патрубками для продуваемого воздуха) и другими техническими параметрами.

Технические данные генераторов и их отдельных узлов приведены в табл. 1—6 и в других соответствующих таблицах данного раздела справочника.

В качестве примера рассматривается подробно конструкция генератора ГСН-3000, который представляет собой электрическую машину закрытого типа с принудительным охлаждением (рис. 20).

На авиационном двигателе генератор крепится в горизонтальном положении за фланец и приводится во вращение через редуктор и шлицевой валик. Генера-

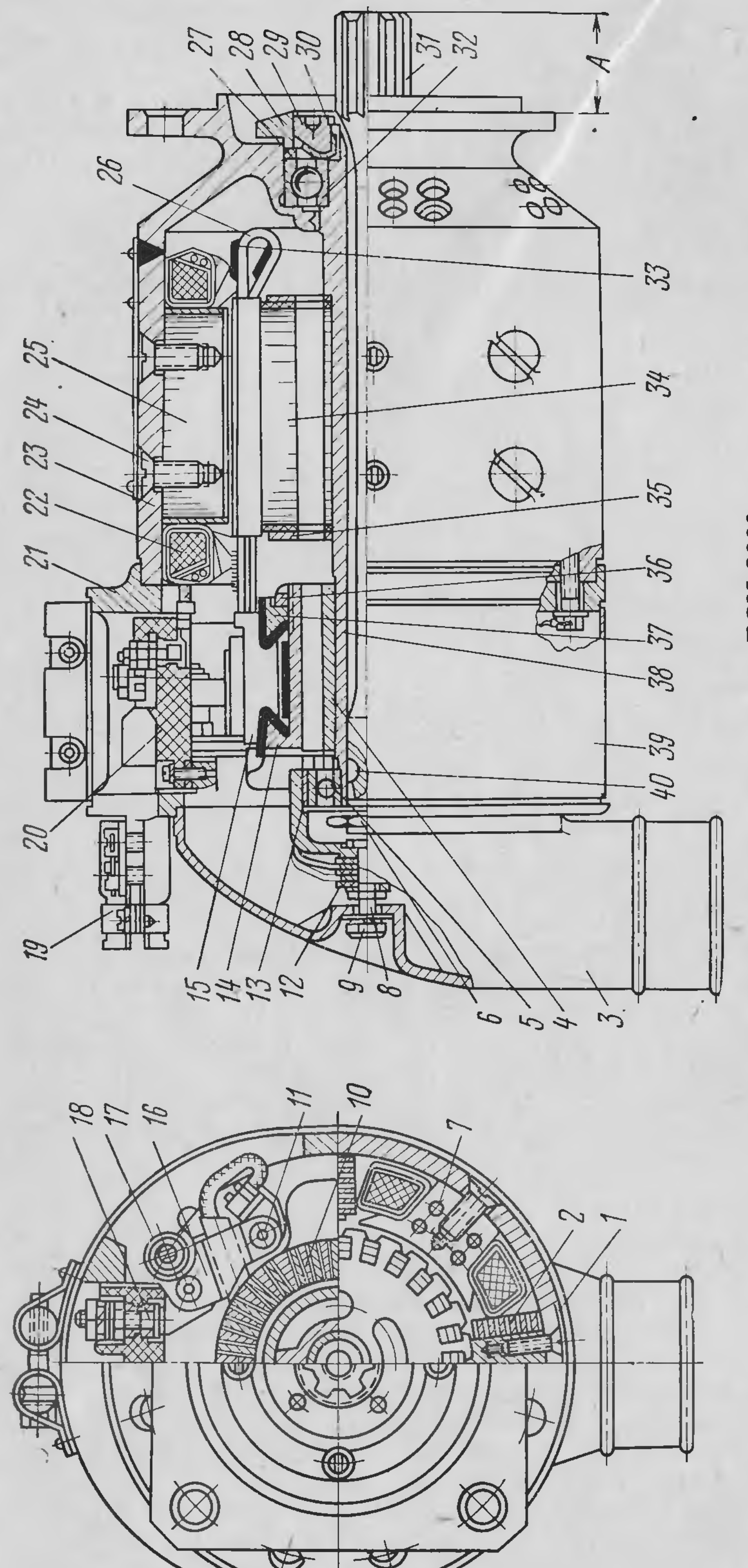


Рис. 20. Конструкция генератора ГСН-3000:

1 — дополнительный полюс; *2* — катушка дополнительной обмотки; *3* — патрубок; *4* — алюминиевая втулка; *5* — шарикоподшипник 80202К; *6* — гайка; *7* — основной полюс; *8* — стальной винт; *9* — самоконтрящаяся гайка; *10* — коллектор; *11* — шайба; *12* — междущеточное соединение; *13* — стальная втулка; *14* — стальная втулка (коллекторная); *15* — коллекторная пластинка; *16* — щеткодержатель; *17* — спиральная пружина; *18* — клемма; *19* — хомутик; *20* — панель; *21* — коллекторный щит; *22* — катушка шунтовой обмотки; *23* — корпус; *24* — винт крепления основного полюса; *25* — пакет железа основного полюса; *26* — обмотка якоря; *27* — паронитовая прокладка; *28* — фланец; *29* — гайка маслозащиты; *30* — стопорная шайба; *31* — гибкий вал; *32* — шарикоподшипник 2П180205; *33* — бандаж; *34* — пакет железа якоря; *35* — нажимная шайба; *36* — гайка; *37* — нажимная шайба; *38* — полый вал; *39* — защитная лента; *40* — шпонка

тор состоит из следующих основных узлов и деталей: корпуса с полюсами и катушками, якоря с обмоткой и коллектором, щита с клеммовой панелью и щеткодержателями, защитной ленты, маслозащитного устройства и патрубка.

Корпус *23* генератора представляет собой моноблок, состоящий из двух сваренных между собой частей; цилиндрического корпуса, выполненного из электротехнической стали СТЭ и щита из конструкционной стали Ст35. Щит моноблока имеет квадратный фланец с четырьмя сквозными отверстиями диаметром 11,5 *мм* под шпильки крепления генератора к двигателю. На горловине корпуса генератора имеется 32 отверстия диаметром 10 *мм* для выхода охлаждающего воздуха.

Внутри корпуса укреплены четыре полюса *7* с катушками шунтовой обмотки *22* и четыре дополнительных полюса *1* с катушками дополнительной обмотки *2*. Основные полюсы набраны из листовой электротехнической стали, а дополнительные — изготовлены монолитными также из электротехнической стали. Полюсные наконечники дополнительных полюсов обращены к одноименным магнитным полюсам, что уменьшает потоки рассеяния и создает лучшие условия коммутации.

Катушки шунтовой обмотки возбуждения намотаны проводом марки ПЭВ-2, изолированы лакошелком и батистовой лентой. Катушки соединены между собой последовательно гибким медным изолированным проводом.

Выводные провода катушек шунтовой обмотки выполнены из медного гибкого изолированного провода МЦСЛ сечением 1,5 *мм*², места паек изолированы лакошелком. Для лучшей изоляции на выводные провода катушек надеты линоксиновые трубки, на концах выводов припаяны кабельные наконечники.

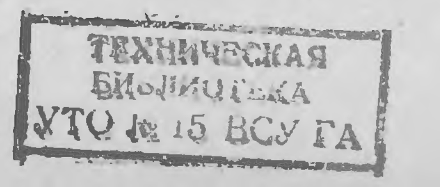
Намотка катушки дополнительных полюсов выполнена проводом МГМ сечением 1,25×6,9 *мм* с изгибом «на ребро», т. е. провод изгибается по меньшей стороне сечения. Каждая катушка имеет по 10 витков, между витками прокладывается электрокартон толщиной 0,1 *мм*. Крайние витки катушки изолируются лакошелком. При монтаже в корпус с обеих сторон катушек кладутся текстолитовые прокладки и прокладки из ацетобутератной пленки. К выводам шунтовой и дополнительной обмоток припаяны клеммовые болты, через которые осуществляется подвод тока к клеммовой панели 20. Каждый полюс с катушкой крепится к корпусу двумя винтами, головки которых закернены во избежание самоотвертывания. Для повышения сопротивления изоляции и защиты от влаги катушки пропитаны изоляционным лаком и просушены.

Я к о р ь. Пакет якоря *34* набран из штампованных листов электротехнической стали и напрессован на пустотелый стальной вал *38*. Пакет якоря имеет 25 полузакрытых пазов, в которых размещаются обмотка якоря и три вентиляционных канала для прохождения охлаждающего воздуха. С одной стороны пакет упирается нажимной шайбой в бортик на валу, а с другой стороны удерживается напрессованной нажимной шайбой *35*, закерненной в трех точках.

Обмотка якоря волновая, выполняется из шинной меди сечением 1×3,8 *мм* с двойной шелковой оплеткой в виде отдельных секций. Концы секций припаяны оловом О2 к коллекторным пластинам *15*. Обмотка якоря изолирована в пазах двумя слоями электрокартона толщиной 0,1 *мм*. Для предотвращения деформации обмотки при вращении якоря на лобовых частях ее на прокладки из электрокартона толщиной 0,3 *мм* наложены бандажи *33* из стальной проволоки диаметром 0,5 *мм*. В пазах обмотка удерживается клиньями из электрокартона толщиной 0,3 *мм*. Обмотка якоря пропитывается бакелитовым лаком.

К о л л е к т о р *10* состоит из 75 пластин, изолированных слюдяными прокладками друг от друга. Коллекторные пластины собраны на стальной втулке *14* и закреплены специальной шайбой и гайкой. От втулки и шайбы пластины изолированы миканитовыми конусами и прокладкой. Коллекторная втулка укреплена на ребрах алюминиевой втулки *4* звездообразной формы и образует с последней сквозные каналы для прохождения охлаждающего воздуха. Коллектор напрессован на полый вал *38*, выполненный из углеродистой стали. Внутри полого вала расположен гибкий вал *31* с конусом и резьбовым концом на одной стороне и шлицами на другой для сочленения с редуктором двигателя, фиксация гибкого и полого валов осуществляется гайкой *6* и шпонкой *40*.

Гибкий вал изготовлен из легированной стали и термообработан. Закрепление гибкого вала в осевом направлении осуществляется гайкой *6*, с помощью этой же



гайки закреплен на полом валу шарикоподшипник *5*. Второй шарикоподшипник *32* смонтирован на полом валу и закреплен по внутренней обойме маслозащитной гайкой *29*. Между наружной обоймой и фланцем *28* проложена паронитовая прокладка *27*.

Коллекторный щит *21* выполнен литьем из алюминиевого сплава. Торцовая часть щита имеет четыре окна, через которые охлаждающий воздух свободно поступает из патрубка внутрь генератора. В центре щита имеется гнездо, в которое впрессована стальная втулка *13*, и шарикоподшипник *5*. Стальной винт *8* удерживает междущеточные соединения *12* и крепит патрубок *3*.

К приливам внутренней части щита крепятся двумя винтами щеткодержатели *16* реактивного типа со спиральными пружинами. Щеткодержатели и крепящие винты изолируются от щита слюдяными прокладками и втулками из пластмассы. Щеткодержатели попарно соединены междущеточными соединениями, выполненными из листовой латуни. Междущеточные соединения покрыты изоляционным лаком и изолированы от винта *8* и друг от друга изоляционными втулками и шайбами. Четыре прилива в клеммовой коробке служат для крепления панели *20*.

На штуцере щита хомутиком *19* закрепляются провода, подсоединяющие генератор к схеме. Для доступа к коллектору и щиткам в щите имеются окна, закрываемые защитной лентой.

Защитная лента *39* служит для прикрытия окон в щите и выполнена из тонкого листа углеродистой стали с петлями на концах, в которые вставлены валики. С внутренней стороны к ленте прикреплена текстолитовая прокладка, исключающая возможность замыкания щеточных контактов на ленту. Защитная лента крепится с помощью двух болтов.

Узел маслозащиты служит для предохранения от попадания внутрь генератора масла при неисправности уплотнений редуктора двигателя. Маслозащитное устройство конструктивно выполнено следующим образом: гайка *29* навернута на полый вал генератора; на наружной поверхности гайки имеется резьба, обратная вращению вала; при вращении вала, а вместе с ним и гайки, резьба отгоняет наружу масло, проникающее в зазор между гайкой *29* и фланцем *28*; стопорная шайба *30* предохраняет гайку от самоотвертывания.

Патрубок *3* крепится на щите с помощью гайки *9* и служит для присоединения шланга, подводящего к генератору охлаждающий воздух.

Различия между модификациями и сериями генераторов постоянного тока

Генераторы ГСК-1500 выпускаются в модификации ГСК-1500М с гибким валом и ГСК-1500В с жестким валом для работы при вертикальном расположении якоря (коллектором вверх); габаритные и установочные размеры их одинаковы. Вылет хвостовика жесткого вала 30±5 *мм*, гибкого вала со стороны привода — 30±2 *мм*.

В генераторе ГСК-1500В увеличены опорный бортик под шарикоподшипник 2П180205 и диаметр отверстия в корпусе. В генераторе ГСК-1500В 2с открытый шарикоподшипник № 302П заменен закрытым шарикоподшипником № 180502Е с текстолитовым сепаратором.

Якорь и корпус генератора ГСК-1500В с аналогичными узлами генератора ГСК-1500М невзаимозаменяемы. Щиты и якори генераторов ГСК-1500В и ГСК-1500В 2с также невзаимозаменяемые.

Генераторы ГСН-3000 выпускаются в модификации ГСН-3000, ГСН-3000М и ГСН-3000М 2с. В генераторах ГСН-3000М 2с более надежный шарикоподшипник 7В180502Е1С1.

По своим монтажным габаритным размерам, а также техническим данным генераторы второй серии полностью взаимозаменяемы с генераторами первой серии, но предельный вес у генераторов второй серии увеличился на 0,2 *кГ*.

При ремонте генераторов следует иметь в виду, что в связи с применением другого шарикоподшипника и изменением посадочных мест для него некоторые детали и узлы генераторов обеих серий невзаимозаменяемы.

Перечень таких узлов и деталей приведен ниже.

Узлы и детали генераторов	Номера чертежей узлов и деталей	
	ГСН-3000М	ГСН-3000М 2с
Щит	120.015	120.139
Щит	120.016	120.140
Вал	181.018	181.093
Якорь	500.018	500.089
Якорь без обмотки	505.011	505.059
Коллектор	520.009	520.054
Втулка коллектора	522.010	522.013
Втулка	204.209	204.455
Втулка	204.035	204.456
Штифт	491.003	491.082

Генераторы ГСР-3000 выпускаются в модификациях ГСР-3000, ГСР-3000М, ГСР-3000М 2с, ГСР-3000М 3с, ГСР-3000 4с. Генераторы ГСР-3000 отличаются от генераторов ГСР-3000М конструкцией коллекторного щита и щеткодержателей. Генераторы более поздних выпусков отличаются от генераторов более ранних выпусков некоторыми техническими данными и количеством витков обмотки возбуждения. Генераторы ГСР-3000 предназначены для установки на газотурбинных двигателях, генераторы ГСР-3000 М всех 4-х серий — на поршневых двигателях.

Генератор ГСР-3000М 4с отличается от ГСР-3000М типом подшипников: на генераторах 4с установлены со стороны коллектора — 7ВП180502Е1С1, со стороны привода — 2П180205ЕС1 вместо 80202КС1 и 2П180205, установленных на генераторах ГСР-3000М. Кроме того, они различаются маркой, количеством и размером щеток: на генераторах 4с установлены щетки марки МГС-7И (8 шт.), на генераторах ГСР-3000 — щетки марки МГС-7 (4 шт.); размер щеток (в *мм*) соответственно 7,2×12×25; 7,5×20×25. Генераторы взаимозаменяемы между собой.

Генератор ГСР-3000М 2с имеет подшипник 80202 в металлической обойме, а генератор ГСР-3000М 3с — подшипник 180502 с текстолитовым сепаратором.

Генераторы ГСР-9000 и ВГ-7500 по внешнему виду, габаритным и установочным размерам, конструктивному исполнению одинаковы. В конструктивном отношении единственное их отличие состоит в том, что обмотка якоря генератора ВГ-7500 выполнена из провода ПЭТКСОТ, имеющего изоляцию из стекловолокна, подклеенного к проводу кремнеорганическим лаком, а у генератора ГСР-9000 — из провода ПШД с двойной шелковой изоляцией. Головки секций обмотки якоря генератора ВГ-7500 со стороны вентилятора изолированы дополнительно (через одну) липкой стеклолентой размером 0,12×10; остальные головки изолируются до входа в паз фторопластовой пленкой размером 0,04×10 (фторопласт 4 — ориентированный). В связи с идентичностью конструкции генераторов ГСР-9000 и ВГ-7500 далее в тексте упоминается только генератор ГСР-9000.

Генераторы выпускаются в модификациях ГСР-9000, ГСР-9000 2с и ГСР-9000 3с.

В генераторе ГСР-9000 2с со стороны коллектора установлен шарикоподшипник 180504, со стороны привода — подшипник 180506 вместо подшипников 30804 и 520806 в ГСР-9000. Поэтому в генераторе ГСР-9000 2с изменены размеры посадочных мест для подшипников в щите, корпусе и якоре, применены фланец и уплотнение для предотвращения попадания смазки из подшипника на коллектор, отсутствует заслонка, закрывавшая подшипник со стороны привода. В генераторе ГСР-9000 3с в отличие от ГСР-9000 2с основные изменения следующие:

в якорь введены насадка коллектора и пакет стальных активных листов якоря на общей дюралюминиевой крестовине, для большей жесткости и виброустойчивости;

шарикоподшипник 180504 со стороны коллектора заменен подшипником ВП180504ЕТС1.

Подмагничивание и перемагничивание генератора постоянного тока производятся с помощью аккумуляторной батареи, подключаемой на 1—2 *сек* к клеммам «Ш» и «—» на клеммной колодке генератора: «+» батареи к клемме «Ш», а «—» к клемме «—».

Щетки для генераторов

Замер высоты щетки и давления пружины на щетку. Высота щетки замеряется штангенциркулем и равна $h=l-d$ (рис. 21), где d — диаметр валика 2.

Давление пружин на щетки измеряют пружинным динамометром на 1500 *Г*. Упругость щеточных пружин следует проверять по давлению на новую щетку (т. е. имеющую первоначальные размеры). Для измерений пользуются специальной текстолитовой щеткой, которая имеет форму и размеры новой щетки.

Щетки на время измерения давления пружин вынимают из обойм щеткодержателей и вместо них в обоймы поочередно вставляют текстолитовую щетку, на спинку которой и под пружину закладывают металлическую скобу толщиной не более 1 *мм* и сцепляют ее со штоком динамометра. Оттягивая пружину от щетки, фиксируют отрыв подъемной скобы от спинки щетки. При этом сила тяги динамометра должна быть направлена по оси щетки. Показания динамометра в момент отрыва будут соответствовать измеряемому давлению пружины на щетку. Для облегчения регистрации момента отрыва пружины от щетки рекомендуется применять сигнальную лампочку на 28 *в*, в цепь которой включается контакт между пружиной и щеткой.

Рис. 21. Замер высоты щеток:
1 — щетка; *2* — валик; *3* — штангенциркуль

Притирка и пришлифовка щеток. Полоску шкурки зернистостью 5 или 6 шириной, равной длине коллектора, навернуть на коллектор в 1—2 слоя так, чтобы сторона бумаги, покрытая стеклянным порошком, была обращена к щеткам. Установить притираемые щетки в обоймы щеткодержателей, очень осторожно опустить на щетки рычаги и вращать якорь рукой с помощью ключа, надетого на шлицевой конец рессоры (хвостовика), в сторону вращения генератора до тех пор, пока щетки не станут полностью прилегать рабочей поверхностью к коллектору по радиусу (щетки, не подлежащие замене, при притирке новых щеток должны быть вынуты из своих гнезд).

В процессе притирки высота щеток не должна уменьшаться более чем на 0,5—0,6 *мм*.

Щетки должны входить в гнезда обоймы щетодержателей без заедания (с зазором 0,2—0,4 *мм*).

По окончании притирки щеток генератор следует тщательно продуть от щеточной пыли чистым сжатым воздухом (под давлением не более 2 *атм*) через окна в корпусе (при вынутых щетках). Струю воздуха направлять так, чтобы щеточная пыль выдувалась из генератора, а не загонялась внутрь.

Пришлифовку щеток производить в процессе работы генератора после установки его на объекте, с нагрузкой 15—30% от номинальной. После 1—2 *ч* работы рабочая поверхность щеток становится гладкой и блестящей (70—80% всей рабочей поверхности) и обеспечивает нормальную коммутацию генератора.

Особенности установки генераторов на объекте

Генераторы ГС-10-350 и ГСК-1500 перед установкой на объект нужно расконсервировать и убедиться, соответствуют ли направления стрелок в клеммной коробке и на гайке со стороны привода нужному направлению вращения. Для

перемены направления вращения следует переключить стрелку на панели в клеммной коробке и заменить гайку со стороны привода другой (из запасных деталей). После изменения направления вращения генератор должен 1—2 *ч* проработать вхолостую для приработки щеток к коллектору. Вид охлаждения должен соответствовать снимаемой мощности. Генераторы ГС-10-350 и ГСК-1500М устанавливаются горизонтально, ГСК-1500В — вертикально (коллектором вверх). Генераторы ГС-10-350 и ГСК-1500 с самовентиляцией обеспечивают соответственно мощность 350 и 1000 *вт*.

При эксплуатации генераторов ГСК-1500 на мощность 1500 *вт* необходимо обеспечить продув воздуха через один из патрубков в количестве 30 *л/сек*.

Между фланцем ГС-10-350 и плоскостью крепления на объекте установить уплотнительную прокладку.

Генератор ГСН-3000 монтируется горизонтально с фрикционной муфтой, отрегулированной на статический момент 8 *кГм*. Для охлаждения генератора подводится атмосферный воздух через алюминиевую трубу и дюритовый шланг.

Модернизированные генераторы (с гибким валом) можно устанавливать на объекты, которые не имеют фрикционной муфты в механизме привода.

Генераторы ГСР, ВГ-7500 и ГС-24А монтируются на объектах горизонтально в соответствии с заводскими инструкциями.

Для нормальной работы смазанных подшипников при эксплуатации генератора должны быть обеспечены следующие условия:

охлаждение в соответствии с требованиями инструкции;

защита от попадания масла из редуктора объекта, а также других жидкостей и посторонних предметов;

защита от вымывания, выдувания и отсоса смазки из шарикоподшипника со стороны привода.

Виды крепления и габаритные размеры генераторов постоянного тока

Таблица 3

Тип генератора	Монтажный фланец	Хвостовик	Длина, *мм*	Диаметр корпуса, *мм*	Направление вращения	Вес, *кГ*
ГС-10-350М	Квадратный с 4 отверстиями	$d=22$	245	110	Правое и левое	8,0
ГСК-1500М	То же	То же	294±2	130	То же	12,6
ГСК-1500В	»	»	294±2	130	»	12,6
ГСН-3000	»	»	290∓2	140	Левое	11;5
ГСР-3000М	Круглый с 6 отверстиями	»	289±2	137	»	11,5
ГСР-3000М 4с	То же	»	289±2	137	»	11,5
ГСР-6000А	»	»	299±2	166	»	20,8
ГСР-9000 3с	»	»	386±2 (без хвостовика)	166	»	24,4
ГСР-12 000ВТ 2с	Круглый с 6 отверстиями	»	430±2	176	»	30,0
ГСР-18 000М	То же	»	524±2	198	»	41,5
ВГ-7500	»	»	386±2 (без хвостовика)	166	»	24,5
ГС-24А	»	$d=21,25$	436±2 (без заборника)	212	»	56,0

Охлаждение, маслозащита и выводы проводов генераторов

Таблица 4

Тип генератора	Расход воздуха, *л/сек*, при продуве (p_0=760 *мм рт. ст*, t=25±10° C)	Полный напор охлаждающего воздуха на входном патрубке, *мм вод. ст.*	Внутренний диаметр патрубка воздухопровода, *мм*	Уплотнение в генераторе со стороны привода	Место установки клеммной колодки	Длина выводных проводов, *мм*
ГС-10-350М	Не регламентируется	—	—		На корпусе над коллектором	—
ГСК-1500М	30 (для мощности 1500 *вт*)	—	36	+	В торце со стороны коллектора	—
ГСК-1500В	30 (для мощности 1500 *вт*)	—	36	+	То же	—
ГСН-3000	50	150	50	+	»	—
ГСР-3000М, ГСР-3000М 4с	35	150	50	—	»	—
ГСР-6000А	65	150	65	+	—	Два силовых провода БПВЛ и провод шунта длиной 300
ГСР-9000 3с	95	250	71	—	—	Два силовых провода БПВЛ сечением 50 *мм*², длиной 250
ВГ-7500	85	250	71	—	—	Наконечники под болт d=9 и 6,5 *мм*. Два силовых провода БПВЛ и провод шунта длиной 250
ГСР-12 000ВТ 2с	130	400	82	—	—	Нет св.
ГСР-18000М	234	400	94	Нет. св.	—	Два силовых провода БПВЛ и провод шунта длиной 480
ГС-24А	180	400	Нет св.	Нет. св.	На корпусе над коллектором	Нет св.

Примечания.
1. Все генераторы серии ГС, ГСК, ГСН, ГСР, ВГ имеют вентиляторы (крыльчатки), смонтированные внутри со стороны коллектора под защитным кожухом.
2. Номинальная мощность генераторов при самовентиляции составляет не более 30% от номинальной мощности при продуве.
3. + маслоуплотнение имеется, — отсутствует.

Основные данные якорей генераторов постоянного тока

Таблица 5

Данные обмоток	ГС-10-350М	ГСК-1500М	ГСК-1500В	ГСН-3000М	ГСР-3000М	ГСР-3000М 4с	ГСР-6000А	ГСР-9000 3с	ГСР-12 000ВТ 2с	ГСР 18 000М	ВГ-7500	ГС-24А
Число пазов	23	28	28	25	25	25	49	57	64	56	57	Нет св.
Род обмотки	Волновая							Петлевая				
Марка медного провода	ПАЛБО	ПБД	ПБД	ПШД	ПШД	ПШД	ПЗВП	ПШД	ПЭТКСОТ	ПШД	ПЭТКСОТ	ПСДКТ
Размеры голого провода, *мм*	1,08*	1×3,8	1×3,8	1×3,8	1×3,8	1×3,8	1,95××4,4	0,83×3,53	0,83×3,53	1,16×3,8	0,88×3,53	1,56×4,7
Число эффективных проводников в пазу	6	6	6	6	6	6	2	4	4	4	4	Нет св.
Число сторон секций в пазу	6	6	6	6	6	6	2	4	4	4	4	То же
Число витков в секции	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	»
Число параллельных цепей	2	2	2	2	2	2	2	6		8	6	»
Шаг по пазам	1—7	1—7	1—7	1—7	1—7	1—7	1—9	1—10	1—8	1—7—8	1—0	»
Число коллекторных пластин	69	69	69	75	75	75	49	114	Нет св.	112	114	»
Шаг по коллектору	1—35	1—35	1—35	1—2	1—38	1—38	1—17	1—2	Нет св.	Нет св.	1—2	»
Средняя длина витка, *м*	0,32	0,32	0,32	0,275	—	—	0,3	0,319	—	0,36	0,319	Нет св.
Сопротивление обмотки якоря, *ом*	0,158	0,025±6%	0,025	0,025±6%	0,024	0,024	0,0074	0,0064	0,0042±5%	0,00263	0,0064	0,0924±6%
Вес меди обмотки якоря, *кГ*	0,274	0,71	0,9	—	—	—	1,13	0,9	—	1,58	0,9	

* Для генератора ГС-10-350 указан диаметр провода в миллиметрах.

Данные основных и дополнительных полюсов статоров генераторов постоянного тока

Таблица 6

Данные обмоток	ГС-10-350	ГСК-1500	ГСН-3000	ГСР-3000М	ГСР-3000М 4с	ГСР-6000А	ГСР-9000 3с	ГСР-12 000ВТ 2с	ГСР-18 000М	ВГ-7500	ГС-24А
Основные полюса											
Число полюсов	4	4	4	4	4	6	6	8	8	6	6
Марка провода	ПЭЛ	ПЭЛ-1	ПЭВ-2	ПЭВ-2	ПЭВ-2	ПЭВ-1	ПЭВ-2	ПЭТКСОТ	ПЭВ-2	ПЭВ-2	ПЭТКСОТ
Диаметр провода без изоляции, *мм*	Нет св.	0,8	1,0	1,0	1,0	1,16	1,4	0,9×2,1	1,81	1,4	1,4
Число витков на полюс	288	326	120	126	126	95	120	52	544	120	Нет св.
Средняя длина витка, *м*	Нет св.	0,27	0,21	0,195	0,195	0,223	0,265	Нет св.	0,3	0,265	Нет св.
Сопротивление одной катушки при $t=20\pm5°$ С, *ом*	3,86±±6%	3,075±±5%	0,562±5%±5%	0,55±5%	0,55±5%	0,344÷0,375	0,344÷0,38	0,95±10%	0,142±6%	0,344÷0,38	0,33±6%
Общее сопротивление обмотки при $t=20\pm5°$ С, *ом*	15,44±±6%	12,7±5%	2,25±5%	2,2±5%	Нет св.	2,033—2,247	2,07—2,29	Нет св.	1,14±6%	2,07—2,29	Нет св.
Вес меди в обмотке возбуждения, *кГ*	0,6	1,58	0,8	Нет св.	Нет св.	1,22	2,65	Нет св.	3,9	2,65	Нет св.
Дополнительные полюса											
Число полюсов	—	—	4	4	4	3	3	4	4	3	6
Марка медного провода	—	—	МГМ	МГМ	МГМ	МГМ	МГМ	МГМ	МГМ	МГМ	МГМ
Сечение провода без изоляции, *мм*	—	—	1,25×6,9	1,25×6,9	1,25×6,9	2,63×9,3	3,53×7,4	Нет св.	7×8	3,53×7,4	2,44×6,4
Число витков на полюс	—	—	10	10	10	6	5	3	9	5	Нет св.
Средняя длина витка, *м*	—	—	0,175	0,147	0,147	0,215	0,228	Нет св.	0,29	0,228	Нет св.
Общее сопротивление обмотки при $t=20\pm5°$ С, *ом*	Нет св.	Нет св.	0,017±6%	0,0122±6%	0,0122±6%	0,002698÷÷0.002982	0,00267	0,00152±±10%	0,00111	Нет св.	0,0019±6%
Вес меди в обмотке дополнительных полюсов, *кГ*	—	—	0,45	—	—	0,85	0,835	—	1,74	0,835	—

Шарикоподшипники, установленные в генераторах, и смазки, применяемые для них

Таблица 7

Тип генератора	Место установки шарикоподшипника	Номер подшипника	Класс точности	Количество, шт.	Тип смазки	Периодичность смазки
ГС-10-350	Коллекторный щит	П302	П	1	НК-50	Через 300 *ч*
	Фланец (со стороны привода)	205	П	1	НК-50	»
ГСК-1500М	Коллекторный щит	302П	П	1	ЦИАТИМ-201	При ремонте
	Фланец	2П180205	П	1	ОКБ-122-7	То же
ГСК-1500В	Коллекторный щит	302П до 2с, 180502Е	П	1	ЦИАТИМ-201	»
	Фланец	2П180205	П	1	ОКБ-122-7	»
ГСН-3000	Коллекторный щит	80202К (закрытый)	П	1	То же	»
	Фланец	П180205 (закрытый)	П	1	»	»
ГСР-3000М	Коллекторный щит	80202КС1	П	1	»	»
	Фланец	2П180205	П	1	»	»
ГСР-3000М 4с	Коллекторный щит	7ВП180502Е1С1	ВП	1	»	»
	Фланец	2П180205ЕС1	ВП	1	»	»
ГСР-6000А	Коллекторный щит	180504	ВП	1	»	»
	Фланец	180506	ВП	1	»	»
ГСР-9000 3с	Коллекторный щит	180504ЕТС1	ВП	1	»	»
	Фланец	180506	ВП	1	»	»
ГСР-12000ВТ	Коллекторный щит	В180506	ВП	1	»	»
	Фланец	В180506	ВП	1	»	»
ГСР-18000М	Гнезда щита	180504К3	ВП	1	»	»
	Фланец корпуса	180506	ВП	1	»	»
ВГ-7500	Коллекторный щит	180504ЕТС1	ВП	1	»	»
	Фланец	180506	ВП	1	»	»
ГС-24А	Гнездо щита и фланец	7ВП180506Т2С4	ВП	2	»	»

Возможные неисправности генераторов, способы их обнаружения и устранения

Таблица 8

Неисправность	Причина неисправности	Признаки неисправности	Способ устранения
Искрение щеток, вызывающее подгорание коллекторных пластин, помехи в работе радиооборудования	Заедание щеток в гнездах щеткодержателей	Щетки неплотно прилегают к коллектору. Вынутая из гнезда щеткодержателя щетка имеет на боковых поверхностях блестящие полосы	Вынуть щетки из гнезд щеткодержателей и боковые поверхности зачистить шкуркой зернистостью 5 или 6 (ГОСТ 6456—68)
	Щетки плохо пришлифованы	Рабочая поверхность щетки имеет непришлифованные (неблестящие) участки более 30% площади	Притереть и пришлифовать щетки
	Загрязнение коллектора	Черный налет на поверхности коллектора со следами масла или керосина	Прочистить коллектор чистой тряпкой, слегка смоченной в бензине. Если загрязнения не снимаются тряпкой, удалить шкуркой зернистостью 5 или 6 Устранить причину попадания масла или керосина на коллектор
	Ослабление отдельных пластин или большое биение коллектора	Беспорядочное подгорание коллекторных пластин. При проверке биения коллектора индикатором величина биения превышает 0,02 *мм* или выступают отдельные пластины более чем на 0,004 *мм*	Генератор направить в ремонт для проточки коллектора
	Щетки плохого качества	Большой износ коллектора. Образование на коллекторе ступеней, выработанных щетками	Генератор направить в ремонт для проточки коллектора и смены щеток
	Плохой контакт между наконечниками и клеммами	Щетки слегка искрят при нагрузке, искрение различной силы, временами совершенно исчезает	Подтянуть болты, притягивающие наконечники к клеммам
	Плохой контакт в местах присоединения к щеткодержателям	Некоторые щетки искрят	Подтянуть болты, притягивающие к щеткодержателям токоотводящие шнуры с пластинами, соединяющими щетки параллельно
	Плохой контакт в местах сварки обмотки якоря с пластинами коллектора	Подгорание некоторых пластин, находящихся на определенных расстояниях по окружности коллектора (соответственно числу пар полюсов), возобновляющееся после каждой зачистки	Генератор направить в ремонт для замены якоря
	Обрыв проводов или повреждение места сварки в секции, лежащей между пластинами неисправного места	Подгорание определенных пластин. Изоляция между двумя или несколькими пластинами сильно повреждена	Генератор направить в ремонт для замены якоря
	Повреждение уравнительных соединений якоря	Подгорание каждой второй или третьей пластины	Генератор направить в ремонт для перепайки уравнительных соединений
	Выступание слюдяной изоляции между отдельными пластинами	Беспорядочное подгорание пластин	Удалить острым инструментом выступающие кусочки слюды осторожно, не повреждая наружной поверхности коллектора, или направить генератор в ремонт
	Плохая зачистка краев пластин от заусенцев после продороживания	Оплавление сбегающих краев отдельных коллекторных пластин после работы генератора при полной нагрузке (часто оплавление происходит не по всей длине пластины)	Тщательно зачистить края пластин от заусенцев
	Межвитковое замыкание катушек дополнительных полюсов	При нагрузке щетки одной полярности искрят больше, чем щетки другой полярности	Генератор продуть от щеточной пыли сжатым воздухом. Если искрение продолжается, генератор направить в ремонт
На генераторе отсутствует напряжение	Щетки не касаются коллектора	Зависание или заклинивание щеток в гнездах щеткодержателей	Вынуть щетки из гнезд щеткодержателей. Боковые поверхности щеток, туго входящие в обоймы щеткодержателей, слег-

Продолжение табл. 8

Неисправность	Причина неисправности	Признаки неисправности	Способ устранения
			ка зачистить шкуркой зернистостью 5 или 6, обеспечив легкость их хода в гнездах щеткодержателей
	Обрыв цепи обмотки возбуждения	При проверке тестером сопротивления между выводными клеммами «Ш» и «—» равно бесконечности. При вращении якоря напряжение генератора не превышает 1—2 *в* (от остаточного магнетизма)	Генератор направить в ремонт для обнаружения места обрыва и устранения дефекта
	Короткое замыкание в одной или нескольких секциях обмотки якоря	Генератор не возбуждается. При повышении скорости вращения якоря напряжение вначале доходит до 10—15 *в* или выше, а затем падает до нуля	Генератор направить в ремонт для замены якоря
	Короткое замыкание коллектора по угольной пыли	Коллектор имеет черный цвет. Промежутки между пластинами забиты плотным слоем угольной пыли	Прочистить угольную пыль между коллекторными пластинами, а затем продуть сжатым воздухом давлением 1,5 *ат*
	Генератор (от вибраций двигателя) размагничен из-за работы вхолостую с выключенной обмоткой возбуждения	Внешних признаков нет	Подмагнитить генератор путем двух-трехкратного подключения аккумуляторной батареи на 1—2 *сек* к выводным концам обмотки возбуждения «Ш» и «—»
	Генератор перемагничен	Внешних признаков нет	То же
	Замыкание на корпус из-за перекрытий и пробоев вследствие попадания щеточной пыли на токоведущие части	Генератор при нормальной скорости вращения дает слишком малое напряжение	Устранить замыкание. Продуть генератор струей сжатого воздуха, чтобы удалить щеточную пыль. Если изоляция не восстанавливается, генератор направить в ремонт

Неисправность	Причина неисправности	Признаки неисправности	Способ устранения
	Неисправность вспомогательной аппаратуры	Внешних признаков нет	Отключить аппаратуру и проверить при работе двигателя на малом числе оборотов (до 3000 *об/мин* для якоря генератора) наличие напряжения на клеммах генератора. Если напряжение достигает 30 *в* определить и устранить неисправность аппаратуры
	Поломка гибкого вала генератора	После снятия генератора с двигателя конец гибкого вала со шлицами выпадает из полого вала	Направить генератор в ремонт для замены гибкого вала
Сильное нагревание	Длительная работа генератора с нагрузкой, превышающей номинальную	Повышенное искрение	Выдерживать режим работы, указанный в технических данных
	Короткое замыкание обмотки якоря	Сильное искрение с подгаром пластин коллектора. Возможно сгорание уравнительных соединений и повреждение бандажей	Генератор направить в ремонт для замены якоря
	Недостаточный продув воздухом (нарушение охлаждения)	Вначале внешних признаков нет; при последующей работе недопустимый перегрев якоря, коллектора, щеток, обмотки, дополнительных полюсов и других частей машины	Проверить и обеспечить необходимый продув
	Короткое замыкание в одной или нескольких катушках обмотки возбуждения	Сильное искрение. Возможна распайка и повреждение уравнительных соединений	Генератор направить в ремонт
	Короткое замыкание в катушках обмотки дополнительных полюсов	Сильное искрение при номинальной нагрузке	Генератор направить в ремонт
	Короткое замыкание катушек обмотки дополнительных полюсов на корпус	Сильное искрение. Подгар коллектора. Сгорели обмотки дополнительных полюсов. В местах короткого замыкания оплавление меди обмотки	Генератор направить в ремонт

Данные щеток для генераторов

Таблица 9

Тип генератора	Количество щеток	Тип щеток	Высота: новой щетки, *мм*	Высота: минимально допустимая, *мм*	Сечение контактной части, *мм²*	Давление пружины на щетку, *Г*	Нормальный износ щеток за 100 *ч* работы, *мм*
ГС-10-350	4	ЭГ-8	20	14,0	6,5×12,5	400—430	0,7
ГСК-1500М	4	МГС-8	22	15,0	7×25	900—1000	0,7
ГСК-1500В	4	МГС-8	22	15,0	7×25	900—1000	0,7
ГСН-3000	4	МГС-7	25	18,0	7,5×25	1100—1200	Нет св.
ГСР-3000М	4	МГС-7	25	17,0	7,5×20	1100×100	То же
ГСР-3000М 4с	8	МГС-7И	25	17,0	7,2×12	450—550	„
ГСР-6000А	12	МГС-7	25,5	17,0	7,5×17,5	575—700	3,0
ГСР-9000 3с	18	МГС-7	25,5	17,0	7,2×17,5	575—700	3,0
ГСР-18000М	24	МГС-7	26	17,0	8×20	575—700	2,5
ВГ-7500	18	МГС-7И	25,5	17,0	7,2×17,5	575—700	3,0
ГСР-12000ВТ 2с	24	МГС-7И	27,5	18,0	7,2×17,5	575—700	2,5
ГС-24А	18	МГС-5	28	18,0	10×20	850—1000	Нет св.

Проверка генераторов после отработки ими гарантийного ресурса

Генераторы, установленные на самолетах и вертолетах, работают в различных условиях и с разными нагрузками. Поэтому состояние подвергающихся износу или старению узлов, деталей и материалов конструкции может значительно различаться.

Конструкция генераторов постоянного тока при эксплуатации их в пределах норм технических условий позволяет использовать их и после отработки гарантийного ресурса.

Для решения вопроса о возможности дальнейшей эксплуатации генератора на объекте необходимо провести следующие работы.

1. Снять генератор с авиадвигателя.

2. Протереть чистой тряпкой, смоченной в бензине, наружную поверхность и проверить, нет ли на генераторе поверхностных повреждений, забоин и нарушений антикоррозионных покрытий.

3. Снять защитную ленту и патрубок продува, тщательно осмотреть коллектор и щетки, проверить, не проникла ли внутрь генератора посторонняя жидкость (масло, керосин, вода). Осмотреть состояние рабочей поверхности коллектора, мест сварки (пайки) проводов обмотки якоря с петушками. При наличии на поверхности коллектора черной жирной пленки (налета) коллектор нужно очистить. Осмотреть состояние эквипотенциальных соединений, проверить, нет ли нарушений контакта в местах пайки и повреждений пластин.

При осмотре щеток проверить состояние их рабочих поверхностей: нет ли сколов, выкрашивания, следов сильного подгара, местной выработки боковых поверхностей, повреждений выводных медных многожильных канатиков. Щетки, находящиеся в исправном состоянии, подлежат использованию.

Щетки, имеющие дефекты, должны быть заменены новыми из комплекта запасных. Щетки должны совершенно свободно перемещаться в гнездах щеткодержателей. При заедании щеток необходимо осторожно зачистить их боковые поверхности шкуркой зернистостью 5 или 6 или заменить новыми и также зачистить этой шкуркой.

4. Проверить, нет ли потертостей в местах соприкосновения выводных проводов (шинок) с корпусом или друг с другом и надежность крепления катушек основных и дополнительных полюсов.

5. Тщательно продуть генератор от щеточной пыли струей сжатого воздуха.

6. Проверить легкость вращения якоря от руки; щетки при этом должны быть вынуты из своих гнезд и не касаться коллектора. Якорь должен свободно вращаться в шарикоподшипниках, без заеданий. Осмотром (без разборки) проверить состояние внешних деталей шарикоподшипников (там, где это доступно), а также резинового уплотнения запорной пружинной шайбы (на генераторах, где они установлены). На резиновом уплотнении не должно быть морщин, складок, надрывов или проколов. Если генератор отработал установленный ресурс, следует наполнить смазкой его шарикоподшипники (для чего генератор нужно снять с двигателя).

Наиболее часто встречающиеся дефекты генераторов

Малое сопротивление изоляции по отношению к корпусу. Сопротивление изоляции генератора должно быть не ниже указанного в техническом описании и руководстве по эксплуатации и ремонту.

В генераторах постоянного тока применяются медно-графитовые щетки (за исключением генератора ГС-10-350, в котором применяются электрографитовые); пыль от щеток, смешанная с влагой, а иногда и с некоторым количеством распыленного масла, не полностью выносится наружу.

Малое сопротивление изоляции часто бывает следствием того, что щеточная пыль, являющаяся электрическим проводником, оседает на внутренних поверхностях генератора. Она выделяется в результате износа щеток и скапливается внутри машины в значительных количествах при длительной эксплуатации.

Чтобы восстановить изоляцию, достаточно продуть генератор (без разборки его) струей сжатого воздуха под давлением 1—2 *ат*. Если это не приводит к желательным результатам, необходимо определить, какой узел имеет низкое сопротивление изоляции. Для этого надо вынуть щетки из гнезд щеткодержателей и проверить отдельно сопротивление изоляции якоря и узла корпуса. При низком сопротивлении изоляции узла якоря перекрытие по щеточной пыли часто бывает: а) со стороны уравнительных соединений на втулку коллектора, б) по лобовой части обмотки якоря на нажимную шайбу со стороны вентилятора, в) по поверхности петушков коллектора на нажимную шайбу коллектора.

В первом случае (а) удается восстановить изоляцию, если протереть чистой тряпкой, смоченной в бензине, переход от уравнительных колец до втулки (не разбирая генератор). Во втором случае (б) генератор необходимо разобрать, вынуть якорь и продуть его воздухом, а затем протереть тряпкой, смоченной в бензине. И в третьем случае (в) для удаления щеточной пыли с внутренней стороны петушков коллектора следует воспользоваться волосяной щеткой или, если щеточная пыль покрывает труднодоступные поверхности, возможно промывание всего якоря бензином с последующей сушкой и лакировкой.

Изоляция частей генератора может отсыреть от долгого хранения его во влажной среде. В этом случае якорь необходимо просушить в печи при температуре 100—120 С°, предварительно сняв с него с помощью приспособления шарикоподшипник со стороны коллектора. Снимая подшипник, следует сделать риски на внутреннем кольце подшипника и на валу. При повторной установке подшипника на вал проследить за совпадением этих рисок, так как произвольная насадка шарикоподшипника может привести к сильному биению коллектора и разбалансировке якоря, что потребует проточки коллектора и дополнительной балансировки якоря. В большинстве случаев после выполнения перечисленных операций сопротивление изоляции якоря восстанавливается. Только в тех случаях, если произошел пробой обмотки якоря на корпус, его необходимо заменить новым.

Чаще перекрытие по щеточной пыли возникает в узле корпуса. Чтобы определить, в какой части корпуса произошло перекрытие, следует отвернуть болты, притягивающие пластины колец междущеточных соединений и комплекты щеток

к щеткодержателям, предварительно отогнув усики стопорных шайб; вынуть комплекты щеток, а между щеткодержателями и выводными пластинами от колец проложить прокладки из электрокартона или текстолита. Затем проверить сопротивление изоляции отдельных ветвей щеткодержателей, обмотки дополнительных и основных полюсов и полюсового кольца междущеточных соединений. Чаще всего перекрытия по щеточной пыли бывают у щеткодержателей в местах перехода от корпуса через изоляционные прокладки на обойму. Для ликвидации перекрытия необходимо эти места протереть чистой тряпкой или удалить пыль щеточкой.

В собранном генераторе доступны для протирки только места, соприкасающиеся с гнездами для щеток, поэтому необходимо остальные места прочистить волосяным «ершиком» и после этого дополнительно продуть генератор струей сжатого воздуха.

Возможны случаи перекрытия по щеточной пыли на корпус через трещины в изоляции крайних витков. Устраняют такой дефект продувкой сжатого воздуха. Если изоляция не восстанавливается, то необходимо генератор разобрать и тщательно очистить от щеточной пыли. Если очистка не приводит к восстановлению изоляции, значит произошло замыкание катушки на полюс.

Обычно повреждения бывают в углах прилегания катушки к полочке полюса. Чтобы определить, в какой из катушек произошло повреждение, по очереди вывертывают винты на несколько ниток у каждого полюса. Затем ударом деревянного молотка по головкам винтов полюса осаждают к оси корпуса и проверяют сопротивление изоляции. О повреждении изоляции катушки судят по тому полюсу, при опускании которого изоляция восстанавливается. Все исправные катушки крепятся (вместе со своими полюсами) винтами. Из неисправной катушки вынимается полюс и нижняя изолирующая прокладка (стеклотекстолитовая, текстолитовая) и определяется место повреждения.

Чаще всего повреждения (трещины) возникают в углах стеклотекстолитовой прокладки, которую нужно в этом случае заменить. Возможно также незначительное повреждение изоляции витка катушки. На поврежденное место изоляции витка приклеивают клеем БФ-2 полоску стекломиканита толщиной 0,22 *мм*. После исправления ставят прокладку с полюсом, притянув его к корпусу винтами. При значительном повреждении изоляции следует вынуть комплект дополнительных полюсов с катушками из корпуса, предварительно отвернув винты крепления дополнительных полюсов и сняв щеткодержатели и кольцо, соединяющее полюсовые щетки. Затем заменить изоляцию крайних витков полюсов, вновь вставить прокладки в корпус, поставить диамагнитные прокладки под затылки дополнительных полюсов, привернуть полюса, после чего катушки в узле корпуса пропитать изоляционным лаком.

Перекрытие на корпус по щеточной пыли катушек обмоток параллельного возбуждения возникает редко и возможно только при механических повреждениях их изоляции.

Малое сопротивление изоляции катушек обмотки возбуждения. Причиной малого сопротивления изоляции катушек обмотки возбуждения бывает обычно механическое повреждение изоляции на углах, прилегающих к башмакам полюсов. Наблюдаются такие повреждения изоляции главным образом после длительной эксплуатации генераторов на поршневых двигателях, создающих большие вибрационные перегрузки.

С течением времени происходит дополнительное усыхание пропиточных лаков, ведущее к ослаблению крепления катушек в узле корпуса и способствующее их «разбалтыванию». В результате протирается внешняя изоляция катушек, а затем и изоляция самого обмоточного провода.

Для определения катушки с поврежденной изоляцией поочередно отвертывают на несколько ниток винты соответствующего полюса и ударами деревянного молотка по головкам винтов полюс перемещают к центру, затем измеряют сопротивление изоляции. Если в какой-либо катушке после передвижения полюса изоляция обмотки окажется восстановленной, значит в данной катушке повреждена изоляция. Полюс из этой катушки вынимают, а остальные полюса притягивают к корпусу. На поврежденное место накладывают кусок липкой стеклоленты, полюс вставляют в окно катушки и притягивают к корпусу винтами.

В случае значительного повреждения изоляции катушек дефектные катушки должны быть заменены новыми, после чего они должны быть пропитаны и просушены.

Малое сопротивление изоляции щеткодержателей, не восстанавливающееся после удаления щеточной пыли с наружной поверхности щеткодержателей. В этом случае необходимо:

отвернуть винты, крепящие дефектные щеткодержатели к корпусу, и снять щеткодержатели;

удалить волосяной щеткой пыль и протереть щеткодержатели тряпкой, смоченной в чистом бензине, просушить щеткодержатели;

промыть корпус бензином в местах прилегания щеткодержателей и просушить;

проверить сопротивление изоляции каждого щеткодержателя. Если изоляция какого-либо из них не восстанавливается, снять изоляционные прокладки, промыть их и места щеткодержателей, прилегающие к ним, бензином, просушить и собрать детали на клее БФ-2, затем просушить их, применив приспособление (например, струбцинку), после чего щеткодержатели привернуть к корпусу.

Малое сопротивление изоляции клеммной колодки и колодочки крепления вывода обмотки возбуждения в щите. Это явление наблюдается в генераторах при их длительной работе. Оно является следствием не только перекрытия по щеточной пыли, но и попадания в генератор пыли, содержащейся в потоке охлаждающего воздуха. В этом случае колодочку необходимо для удаления пыли тщательно протереть, а клеммную колодку с выводными проводами разобрать и также очистить от пыли.

Малое сопротивление изоляции полностью собранного генератора является следствием обрыва отдельных медных волосков щеточных канатиков и замыкания их через ленту или непосредственно на корпус. При снятии ленты изоляция восстанавливается. Для устранения дефекта надо осмотреть канатики и срезать выступившие через чулок волоски.

Задевание вентилятора за решетку (кожух) при вращении якоря. Этот дефект может появиться в результате неаккуратного монтажа генератора при повреждении решетки специальным ключом. Для устранения дефекта достаточно отогнуть решетку в прежнее положение с помощью отвертки или другого инструмента.

Повреждение шарикоподшипников может быть вызвано следующими причинами:

1) вымыванием консистентной смазки из подшипника смазкой из коробки приводов. При плохом сальниковом уплотнении жидкая смазка из коробки приводов может проникнуть в подшипник и размыть его основную смазку. Жидкая смазка, проникнув в шарикоподшипник, смешивается с находящейся в нем консистентной смазкой, затем вследствие подсоса, создаваемого за счет разрежения воздуха, возникающего при полете самолета, попадает внутрь генератора и выбрасывается наружу через окно корпуса генератора потоком охлаждающего его воздуха.

При дефектном сальниковом уплотнении коробки приводов жидкая смазка может проникнуть внутрь генератора в значительном количестве и нарушить его нормальную работу.

2) осмолением смазки, которое наблюдается у подшипников, заполненных смазкой ОКБ-122-7, в результате длительной работы при повышенных температурах и больших скоростях вращения. В этом случае смазка постепенно теряет смазывающие свойства и в конце концов полностью отвердевает; часть ее плотно пристает к поверхностям шариков и беговых дорожек. Подшипник при этом перегревается и выходит из строя.

Во всех случаях выхода из строя подшипников генератор необходимо разобрать и, если при этом он окажется в состоянии, годном для дальнейшей работы, заменить подшипники новыми. После смены подшипника со стороны коллектора последний надо проточить, так как смена подшипника может привести к увеличению биения коллектора до величины, выше допустимой. При смене подшипника со стороны привода проточка коллектора не требуется.

После проточки коллектора якорь должен быть подвергнут балансировке, так как при операции проточки может появиться значительная неуравновешенность якоря. Балансировку следует производить на специальных установках.

Если во время работы генератора имело место провертывание внутреннего кольца шарикоподшипника со стороны привода, в результате чего образовалась выработка шейки вала под подшипником, якорь должен быть заменен новым.

Поломка гибкого вала. При заклинивании подшипника гибкий вал предохраняет от поломки зубчатые колеса в коробке передач, но при этом ломается сам. Поломка гибкого вала может происходить также вследствие заклинивания по каким-либо причинам зубчатых колес в коробке передач. В этом случае из-за внезапной остановки якоря инерционные усилия достигают больших величин и гибкий вал ломается. Излом при этом имеет вид среза, перпендикулярного к оси вала. Чтобы заменить гибкий вал (если это не связано с заклиниванием шарикоподшипника), следует разобрать генератор, отвернуть гайку затяжки вала и, выбив его из пустотелого вала, снять шпонку. У нового вала необходимо притереть его конусную часть к конусному гнезду пустотелого вала (поверхность соприкосновения при проверке на краску должна составлять не менее 70% всей площади конусной части), затем вместе со шпонкой вставить гибкий вал в пустотелый вал. Надеть на резьбу специальную стопорную шайбу и затянуть гибкий вал гайкой. Момент затяжки должен быть в пределах, соответствующих данному типу генератора.

Подгорание коллекторных пластин. Подгорание коллекторных пластин может быть вызвано следующими причинами:

1) нарушением технологии сварки обмотки якоря с отдельными коллекторными пластинами. При этом дефекте после зачистки коллектора подгорают одни и те же пластины;

2) ослаблением отдельных коллекторных пластин, выступающих за окружность коллектора, что вызывает подгорание этих и смежных с ними пластин. Иногда ослабление пластин можно заметить только в нагретом якоре сразу же после остановки. Этот дефект, как правило, можно устранить проточкой коллектора;

3) выступанием кусочков слюды между коллекторными пластинами при их большом износе. В этом случае подгорание происходит не по всей длине пластины, а под щетками, захватывающими выступающие кусочки слюды. Поэтому следует осторожно прочистить слюду острым инструментом, чтобы не повредить рабочей поверхности коллектора;

Выступание слюды часто можно заметить только через лупу.

4) сильным биением коллектора, вызванным смещением оси коллектора под действием неуравновешенных центробежных сил, приводит к беспорядочному подгоранию отдельных коллекторных пластин (а иногда и всего коллектора). Вследствие биения коллектора щетки вибрируют, что и приводит к подгоранию пластин. Устраняется биение проточкой коллектора;

5) плохой зачисткой заусенцев под сбегающей стороной щетки на коллекторе после проточки. Подгорание также получается из-за больших плотностей тока в заусенцах в момент сбегания щетки. Для устранения дефекта заусенцы необходимо тщательно зачистить;

6) забиванием промежутков между коллекторными пластинами щеточной пылью, появляющейся после длительной работы генератора или при попадании в него масла, керосина или другой жидкости. Щеточная пыль набивается между пластинами и, постепенно уплотняясь, образует бугорки, на которых щетки подпрыгивают, что и вызывает подгорание пластин. Чтобы устранить этот недостаток, надо удалить слой пыли между пластинами сжатым воздухом. Во избежание дальнейшего скопления угольной пыли у концов пластин снять фаски под углом 15°, коллектор протереть тряпкой, смоченной в бензине;

7) обрывами в обмотке якоря, которые могут быть следствием короткого замыкания в обмотке якоря и ведут обычно к выгоранию секции. Чаще всего замыкание происходит в местах выхода обмотки из пазов вследствие повреждения изоляции, но бывают случаи замыкания и в пазах. Генератор в этом случае должен быть отправлен в ремонт.

Консервация, упаковка и хранение генераторов

При выпуске с завода, транспортировке и хранении генераторы подвергаются консервации — покрытию предохранительной смазкой наружных стальных деталей для защиты от коррозии. В качестве такой смазки применяют пушечную смазку.

В табл. 10 указаны места деталей генераторов, подлежащие консервации, и тип смазки.

Таблица 10

Места деталей генераторов, подлежащие консервации

Место	Тип смазки	Способ консервации
Шлицевой конец гибкого вала	Пушечная (ГОСТ 3005—51)	Густо смазать расплавленной смазкой и завернуть в пергаментную бумагу
Головки болтов, крепящих щит, ниппель и хомутик	Технический вазелин (ГОСТ 782—59)	Слегка смазать расплавленной смазкой, предварительно нагрев ее до температуры 70—75° С
Головки болтов, крепящих защитную ленту	То же	То же
Доступные места самоконтрящейся гайки крепления колпака обдува	»	»
Доступные места круглой гайки крепления шарикоподшипника со стороны привода	»	»
Наружная поверхность корпуса и головки винтов крепления полюсов	»	Слегка смазать расплавленной смазкой, обернуть двумя слоями парафинированной бумаги и двумя слоями полупергаментной

Перед консервацией детали предварительно очищают от загрязнения и обезжиривают, протирая их чистой хлопчатобумажной тканью, слегка смоченной бензином, а затем просушивают на воздухе; смазку подогревают до 70—75° С и наносят на поверхность деталей сплошным ровным слоем с помощью кисти. Наружную поверхность корпуса протирают вазелиновым маслом и обертывают парафинированной бумагой, которую закрепляют на корпусе шпагатом. Во время консервации нельзя брать детали незащищенными руками, следует применять трикотажные чистые тряпки или плотную бумагу вощеную, парафинированную.

Законсервированные генераторы упаковывают в деревянные ящики и направляют на склады потребителей. Хранить ящики с генераторами под открытым небом запрещается. Вскрывать ящики можно только в закрытом складском помещении. Запотевшие детали генераторов необходимо протереть чистой сухой хлопчатобумажной тканью и просушить.

Генераторы должны храниться в законсервированном состоянии на деревянных стеллажах, в чистом сухом вентилируемом помещении при температуре 5—25° С в распакованном виде (не в ящиках). Относительная влажность воздуха в складском помещении должна быть в пределах 30—80%, туда не должны проникать пары и газы, способные вызвать коррозию. Запрещается хранить вместе с генераторами химические реактивы и легко испаряющиеся кислоты, щелочи, заряженные аккумуляторы и т. п.

2*

В процессе хранения генераторы следует осматривать (через каждые шесть месяцев) и по мере необходимости возобновлять пушечную смазку, делая соответствующие записи в формулярах. При появлении на поверхности следов коррозии их надо удалить, зачистив эти места шкуркой зернистостью 5 или 6, затем заполировать фетром с пастой ГОИ, очистить от загрязнений, обезжирить и нанести новый слой смазки. При появлении на стальных оцинкованных или алюминиевых деталях белого налета необходимо его удалить чистой сухой тканью и смазать детали нейтральным техническим вазелином.

Генераторы, поставляемые для длительного хранения (сроком до двух лет), подвергают специальной консервации, которая состоит в следующем. Законсервированный, как и для хранения сроком на один год, генератор помещают в чехол из полихлорвиниловой пленки (марки 13—118), уложенный на ящичный щит, и крепят его к щиту болтами вместе с чехлом. Под болты, стальные шайбы и корпус генератора подкладывают прокладки из полихровинилового пластиката. К генератору прикладывают хлопчатобумажный мешочек, заполненный осушителем — мелкопористым силикагелем ЕСМ, КСГ или ШСМ (ГОСТ 3956—54, ВТУ МХП-2671) влажностью не более 2%. В чехол закладывают также один дегидраторный патрон с окрашенным силикагелем-индикатором (ВТУ МХП 1800-50). Затем чехол поднимают, удаляют избыточный воздух и сваривают (заклеивают проглаживанием на доске специальным утюгом) верхний шов чехла.

Законсервированный генератор со щитком устанавливают в деревянный упаковочный ящик. Щиток укрепляют в ящике.

Порядок осмотра законсервированных генераторов. Законсервированные на длительное хранение генераторы осматривают, не снимая чехлов, раз в месяц при открытых крышках ящиков. Если весь силикагель в дегидраторном патроне порозовел, то необходимо вскрыть чехол по верхнему шву (непосредственно у шва), предварительно вынув генератор из ящика, и заменить мешочек с силикагелем, а порозовевший дегидраторный патрон заменить синим (допускается пятнистость в окраске силикагеля). После этого сварить вновь шов на чехле специальным приспособлением.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАРТЕР-ГЕНЕРАТОРЫ

Стартер-генераторы СТГ-12ТМО-1000 и СТГ-18ТМ предназначены для запуска реактивных и турбовинтовых авиационных двигателей при работе в стартерном режиме и для питания бортовой электрической сети самолета (вертолета) постоянным током напряжением 27,5—28,3 *в* при работе в генераторном режиме.

Стартер-генераторы СТГ-12ТМО-1000 и СТГ-18ТМ представляют собой шестиполюсные машины постоянного тока с шунтовым возбуждением теплостойкого исполнения с дополнительными полюсами. СТГ имеют встроенный редуктор и роликовую обгонную муфту сцепления-расцепления, расположенные со стороны привода.

В стартерном режиме вращение якоря передается на выходной вал через редуктор с передаточным отношением у СТГ-12ТМО-1000—3,167 : 1, у СТГ-18ГМ первой и второй серий — 3,17 : 1.

После запуска авиадвигателя в генераторном режиме выходной вал стартер-генератора сцепляется с якорем напрямую, минуя редуктор. Направление вращения — левое, если смотреть со стороны выходного вала (привода). Охлаждение осуществляется путем продува стартер-генератора потоком встречного атмосферного воздуха.

Стартер-генераторы СТГ-12ТМО-1000 изготовляются без патрубка, патрубок для подвода продуваемого воздуха устанавливается организацией, монтирующей стартер-генератор на объекте; СТГ-18ТМ 1-й и 2-й серий изготовляются с угловым патрубком.

Для исключения попадания посторонних предметов во внутреннюю полость стартер-генератора во время транспортировки и монтажа вместо патрубка обдува устанавливается специальная заглушка.

Специального маслозащитного устройства стартер-генераторы СТГ-12ТМО и СТГ-18ТМ 1-й и 2-й серий не имеют, поэтому при их эксплуатации надлежит

постоянно следить за исправностью маслозащитного устройства привода, чтобы масло из двигателя не попадало в стартер-генератор.

На объекте стартер-генераторы работают в комплекте с пускорегулирующей аппаратурой по схеме питания и запуска (СТГ-12ТМО-1000-СПЗ; СТГ-18ТМ с СПЗ-27).

На объекте генераторы устанавливаются в горизонтальном положении, допускается кратковременное произвольное положение. Стартер-генераторы рассчитаны на нормальную работу в следующих условиях:

высота над уровнем моря для СТГ-12ТМО-1000—12 000 *м*, СТГ-18ТМ 1с — 15 000 *м*, СТГ-18ТМ 2с — 10 000 *м*;

температура окружающей среды для СТГ-12ТМО-1000 от 90°—60° С; СТГ-18ТМ 1с от 100° С до — 60° С длительно и 140° С — кратковременно;

относительная влажность окружающей среды для СТГ-12ТМО-1000 — до 98% при $t=20\pm2°$ С; СТГ-18ТМ 2с — $40\pm2°$ С;

при ударной перегрузке с ускорением 4 *g* для СТГ-12ТМО в диапазоне частот 40—60 *гц*, для СТГ-18ТМ 2с в диапазоне 60—100 *гц*.

Технические данные стартер-генераторов даны в табл. 11 и 12.

Таблица 11

Технические данные электрических стартер-генераторов

Параметр	СТГ-12ТМО-1000	СТГ-18ТМ 1с и 2с
Щетки		
Марка	МГС-7	МГС-7
Общее количество, шт.	18	18
Количество щеток в щеткодержателе	3	3
Размер щетки, *мм*	9×20×28	10×20×25,5
Минимально допустимая высота, *мм*	18	18
Давление пружины на щетку, *Г*	850—1000	850—1000
Стартерный режим (испытательный)		
Напряжение, *в*	30	30
Нагрузочный момент, *кГм*	12	16
Скорость вращения выходного вала, *об/мин*	750±10%	750±10%
Потребляемый ток (суммарный) не более, *а*	470	600
Режим работы	Повторно-кратковременный: 75 *сек* работы, 3 *мин* перерыв; после четырех циклов — полное охлаждение	Повторно-кратковременный; 60 *сек* работы, 3 *мин* перерыв; после пяти циклов — полное охлаждение

Параметр	СТГ-12ТМО-1000	СТГ-18ТМ 1с и 2с
Условия работы в системах запуска СПЗ (эксплуатационный режим)		
Нагрузка на вал	Ротор реактивного или турбовинтового двигателя	Ротор реактивного или турбовинтового двигателя
Напряжение питания, *в*	24 или с переключением 24 на 48	24 или с переключением 24 на 48
Средний потребляемый ток не более, *а*:		
при нормальном запуске	510	650
при неудавшемся «ложном» запуске максимально допустимый бросок тока	Нет св.	850
Скорость вращения выходного вала в момент отключения, *об/мин*	3500	3300
Режим работы	Повторно-кратковременный	
Генераторный режим		
Напряжение номинальное, *в*	28,5	28,5
Ток номинальный, *а*	400	600
Мощность (при u=30 *в*), *вт*	12 000	18 000
Допустимые изменения тока возбуждения, *а*	0,54—2,3	0,5—2,2
Скорость вращения, *об/мин*	4200—9000	4500—9000
Режим работы	Продолжительный	
Вес стартер-генератора (без аппаратуры), не более, *кГ*	СТГ-12ТМО-1000 35	СТГ-18ТМ 44 (1с), 46,3 (2с)

При работе стартер-генератора СТГ-12ТМО-1000 в генераторном режиме с допустимой нагрузкой, принудительным охлаждением воздухом и при нормальном атмосферном давлении температура окружающей среды не должна превышать: для коллектора — 130° С; для обмоток якоря и дополнительных полюсов — 120° С; для обмотки возбуждения — 100° С.

При работе в эксплуатационных условиях как в генераторном, так и в стартерном режимах с допустимой нагрузкой нагрев элементов стартер-генератора не должен превышать: для обмоток 250° С, для щеток — 230° С.

Для стартер-генератора СТГ-18ТМ в стартерном режиме разрешается 4 повторных запуска продолжительностью 70 *сек* каждый с перерывами между запусками 3 *мин*; затем должно быть осуществлено полное охлаждение. Допускается за весь срок службы производить не более 30 включений в режиме ложного запуска.

Стартер-генераторы СТГ-18ТМ нормально работают до высоты 3000 *м* при температуре охлаждающего воздуха не выше 60° С. На высоте 3000—15 000 *м* и температуре воздуха в пределах 5—56° С нормальная работа обеспечивается при следующих условиях: температура окружающей среды не выше 100° С, полный напор воздуха на входе в стартер-генератор 400 *мм вод. ст.*, переменная нагрузка — 30 *мин* — при силе тока 600 *а*, 30 *мин* — при силе тока 300 *а*.

Таблица 12

Шарикоподшипники, установленные в стартер-генераторах

Место установки	СТГ-12ТМО-1000		СТГ-18ТМ 1с и 2с	
	Тип	Количество, шт.	Тип	Количество, шт.
Якорь со стороны коллектора и привода	7ВП160506Т2	2	7ВП180506Т2С4	2
Гибкий валик со стороны обгонной муфты	П80027Т2С2	1	П80029Т2С2	2
Сателлитовые зубчатые колеса редуктора	ЦКБ1216Т2 (5400ЛТ2)	4	П80029Т2С2	4
Опора валика на полом валу	П60106Т2	2	П80106Т2С2	2
Корончато-зубчатое колесо для опоры на водиле	ОВ70С0113ЛТ2	2	ОН7.000.113.ЛТ2	1

Примечание. Для подшипников СТГ-12ТМО-1000, СТГ-18ТМ и редуктора СТГ-12ТМО-1000 применяется смазка ОКБ-122-7, для подшипников 7ВП180506Т2С4 и П80029Т2С2 СТГ-18ТМ и редуктора СТГ-18ТМ — ЦИАТИМ-221С.

Для стартер-генераторов СТГ-18ТМ в нагретом состоянии (при установившейся температуре элементов в номинальном режиме) при нормальной температуре окружающей среды и продуваемого воздуха допускаются перегрузки по току, указанные в табл. 13.

Таблица 13

Допустимые перегрузки стартер-генератора СТГ-18ТМ в нормальном режиме

Сила тока, *а*	Скорость вращения якоря, *об/мин*	Допустимая продолжительность работы	Примечание
750	4500—8200	1 *мин*	Напряжение на клеммах стартер-генератора должно быть не менее 27 *в*
900	5000—8200	10 *сек*	
1200	5800—8200	2 *сек*	

В аварийном режиме на высоте до 8000 *м* допускается нагрузка 750 *а* при напряжении 28,5 *в* в течение 20 *мин* при скорости вращения якоря 7200 *об/мин* и напоре продуваемого воздуха 400 *мм вод. ст.* После этого стартер-генератор тщательно осматривают и при необходимости ремонтируют. При работе без продува на земле СТГ-18ТМ при скорости вращения якоря 3900—9000 *об/мин* должен давать ток 200 *а* в течение 20 *мин.*

Принцип действия. По принципу действия стартер-генераторы СТГ-12ТМО-1000 и СТГ-18ТМ не отличаются от обычных машин постоянного тока. В генераторном режиме электродвижущая сила, наводимая в обмотке яко-

ря, определяется по формуле, приведенной в п. 1 настоящего раздела («Электрические генераторы постоянного тока»), из которой следует, что величина э. д. с. пропорциональна скорости вращения якоря генератора и величине магнитного потока, пересекаемого обмоткой якоря.

При работе стартер-генератора в двигательном режиме в результате взаимодействия основного магнитного потока и тока в обмотке якоря создается электромагнитный вращающий момент, определяемый выражением

$$M = C_{М} I \Phi,$$

где I — сила тока якоря, *а*;
$C_{М}$ — постоянная машины;
Φ — основной магнитный поток, *мкс*.

Таким образом, момент, развиваемый стартер-генератором, определяется величиной основного магнитного потока и тока в якоре. При этом скорость вращения (n) в стартерном режиме определяется по формуле

$$n = \frac{U - IR_{я}}{C_E \Phi},$$

где U — напряжение питания, *в*;
$R_{я}$ — сопротивление цепи якоря, *ом*;
C_E — постоянная машины.

Ток, протекающий по обмотке якоря при работе стартер-генератора как в генераторном, так и в двигательном режимах, создает неподвижное в пространстве магнитное поле якоря, которое, воздействуя на поле основных полюсов, искажает и уменьшает его по величине (явление реакции якоря). Для устранения искажения основного магнитного потока, вызываемого реакцией якоря, в стартер-генераторах применена обмотка, компенсирующая поперечную реакцию якоря. Это обеспечивает магнитное поле практически неизменным при переходе от холостого хода к нагрузке.

Для улучшения коммутации в генераторном режиме в стартер-генераторах установлено полное число дополнительных полюсов (6). Они установлены строго в геометрической нейтрали и несут на себе обмотку. Поле, создаваемое обмоткой дополнительных полюсов, воздействует на поле реакции якоря, нескомпенсированное компенсационной обмоткой. Применение дополнительных полюсов позволяет увеличить линейную нагрузку и величину реактивной э. д. с. коммутации. Это обеспечивает снижение веса, уменьшение габаритов и повышает надежность машины. Компенсационная обмотка и обмотка дополнительных полюсов соединяются последовательно между собой и последовательно с якорем (таким образом, чтобы их м. д. с. была направлена против м. д. с. якоря). Электрическая схема стартер-генераторов показана на рис. 22, общий вид СТГ-12 ТМО-1000 — на рис. 23, СТГ-18ТМ — на рис. 24.

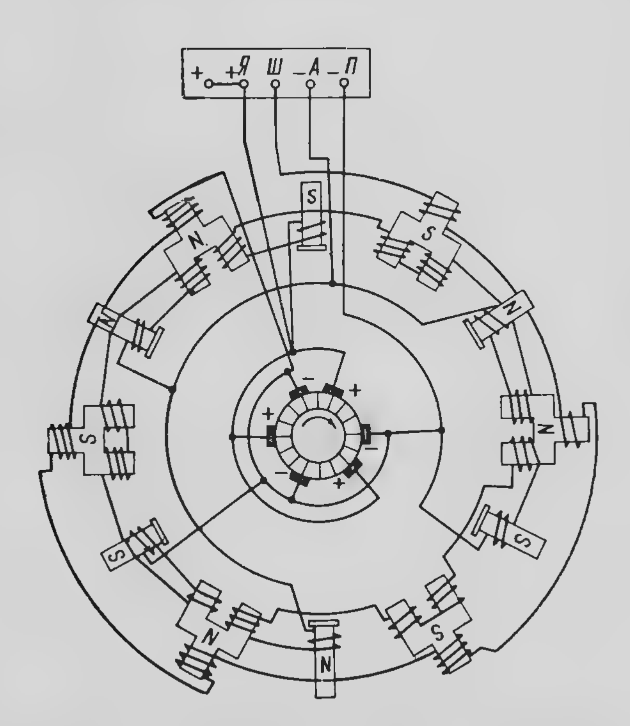
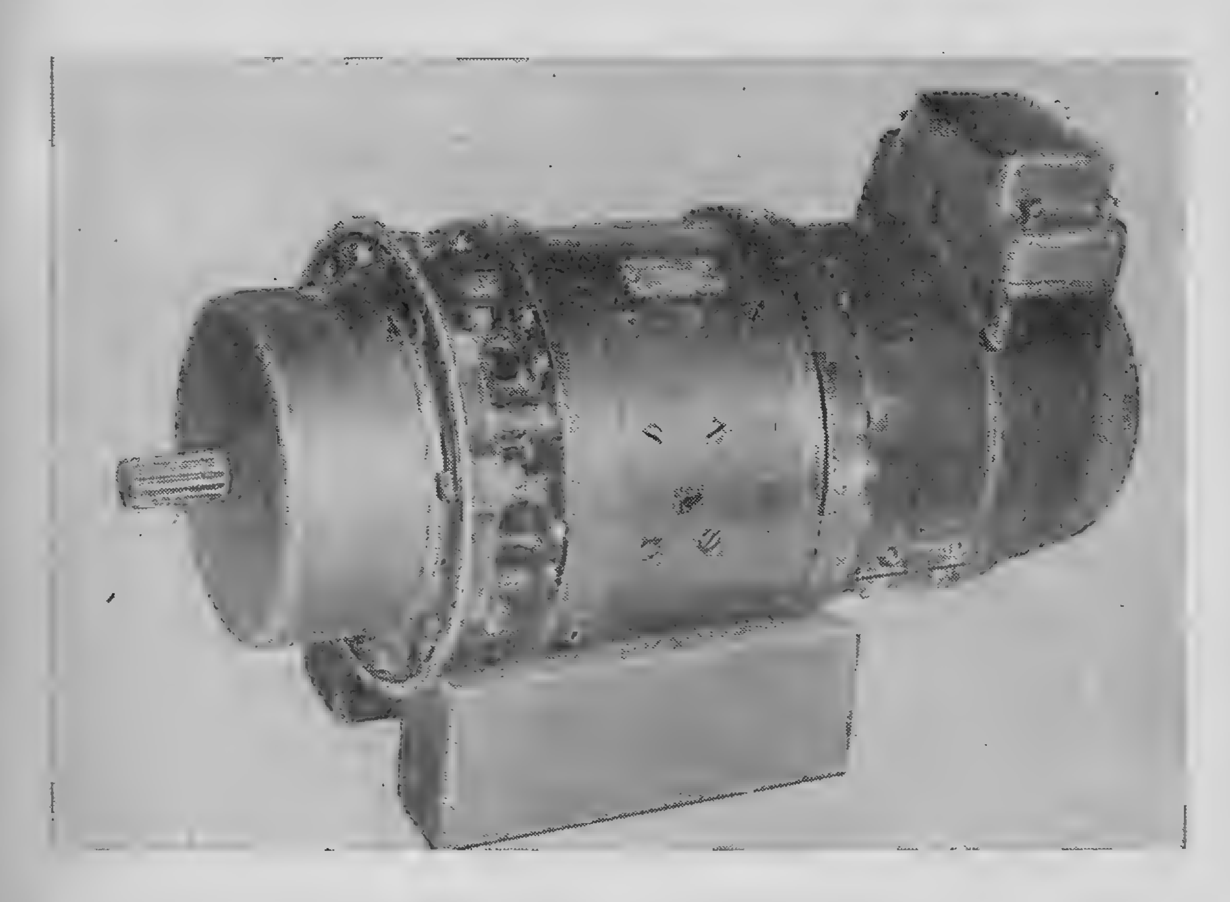


Рис. 22. Электрическая схема стартер-генераторов СТГ-12ТМО-1000 и СТГ-18ТМ (вид со стороны коллектора)


Рис. 23. Стартер-генератор СТГ-12ТМО-1000


Рис. 24. Стартер-генератор СТГ-18ТМ

Данные обмоток стартер-генераторов

Таблица 14

Параметр	СТГ-12ТМО-1000	СТГ-18ТМ
Якорь		
Число пазов	51	99
Род обмотки	Петлевая	Петлевая
Марка провода	ПЭТКСОТ (прямоугольный)	ПЭТКСОТ ТУ-КП 19-58
Размеры провода без изоляции, *мм*	1,16×3,8 (сечение)	1,5 (диаметр)
Размеры провода с изоляцией, *мм*	1,36×3,98 (сечение)	1,65 (диаметр)
Число эффективных проводов в пазу	4	4
Число сторон секций в пазу	4	4
Число витков в секции	1	1
Число параллельных цепей	6	Нет св.
Шаг по пазам	1—9	1—7
Число коллекторных пластин	102	78
Шаг по коллектору	1—2	1—2
Средняя длина витка, *м*	0,346	0,353
Сопротивление обмотки якоря, *ом*, при $t=20\pm5°$ С	0,003854—0,004346	0,003±6%
Вес меди обмотки якоря, *кГ*	1,36	1,68
Допустимый дисбаланс обмотки якоря при динамической балансировке не более, *Г·см*	1	Нет св.
Основные полюсы		
Число полюсов	6	6
Параллельная обмотка		
Марка провода	ПЭТКСО	ПЭТКСОТ
Размеры провода без изоляции, *мм*	1,35 (диаметр)	1,25×4,7 (сечение)
Размеры провода с изоляцией, *мм*	1,55 (диаметр)	1,53×4,92 (сечение)
Число витков на полюс	60	65
Средняя длина витка, *м*	0,275	0,353
Соединение катушек	Последовательное	Последовательное
Общее сопротивление параллельной обмотки возбуждения, *ом*	1,207—1,361	1,38±6%
Вес меди параллельной обмотки возбуждения, *кГ*	1,36	2,6
Компенсационная обмотка		
Марка провода	ПЭТВП-1	ПЭТВП
Размеры провода без изоляции, *мм*	1,56×6,4	2,1×6,4
Число витков на полюс	4	3
Средняя длина витка, *м*	0,318	0,4
Соединение катушек	Последовательно-параллельное	Последовательно-параллельное

Параметр	СТГ-12ТМО-1000	СТГ-18ТМ
Сопротивление одной катушки, *ом*, при $t=20\pm5°$ С	0,0015±7%	0,23±6%
Вес меди компенсационной обмотки, *кГ*	0,85	0,81
Дополнительные полюсы		
Число полюсов	6	6
Марка провода	ПЭТВП-1	ПЭТВП
Размеры провода без изоляции, *мм*	1,56×6,4	2,1×6,4
Число витков на полюс	5	4
Средняя длина витка, *м*	0,201	0,418
Соединение катушек	Последовательно-параллельное	Последовательно-параллельное
Сопротивление одной катушки, *ом*, при $t=20\pm5°$ С	0,0013±6%	0,0011±8%
Вес меди дополнительных полюсов, *кГ*	0,64	0,75

Конструкция

Стартер-генератор состоит из следующих основных узлов и деталей:

корпуса с полюсами и обмотками, якоря с коллектором и обмоткой, коллекторного щита с щеткодержателями, щетками и клеммной панелью, щита со стороны привода, защитной ленты, редуктора сцепления-расцепления.

Разрез стартер-генератора СТГ-12ТМО-1000 показан на рис. 25, СТГ-18ТМ — на рис. 26. Габаритные размеры стартер-генераторов СТГ-12ТМО-1000 и СТГ-18ТМ даны на рис. 27 и 28.

Корпус *9* (см. рис. 25) выполнен из стали Ст. 10. К корпусу на винтах крепятся основные *25* и дополнительные *24* полюсы с обмотками.

Винты крепления полюсов для предохранения от самоотвинчивания кернятся в шлицы.

Основные полюсы набраны из листов электротехнической стали Ст. Э, дополнительные — цельные — также из электротехнической стали Ст. Э. Обмотка основных полюсов — параллельная, выполнена из круглого провода марки ПЭТКСО. Обмотка *23* дополнительных полюсов и компенсационная выполнена из провода ПЭТВП-1. Между витками дополнительных полюсов прокладываются изоляционные прокладки из гибкого стекломиканита; от корпуса и полюсов катушки изолируются также гибким стекломиканитом.

Компенсационная обмотка расположена в пазах основных полюсов, в качестве пазовой изоляции применяется стеклослюдинит, фторопласт-4, стекломикалента.

Собранные катушки основных и дополнительных полюсов и компенсационной обмотки подвергаются специальной пропитке в теплостойком изоляционном лаке, обеспечивающем их монолитность и влагостойкость.

Якорь. Пакет якоря набран из отдельных листов электротехнической стали и напрессован на стальную втулку. С торцев пакета проложены изоляционные листы из стеклотекстолита, которые прижимаются к пакету якоря алюминиевыми шайбами, предохраняющими пакет железа якоря от распушения.

Втулка с пакетом напрессовывается на ребристую ступицу звездообразной формы, изготовленную из алюминиевого сплава АК-4, имеющую вентиляционные каналы для прохождения охлаждающего воздуха. Ступица выполнена общей для пакета железа и коллектора и, до напрессовки на нее пакета железа и коллектора, насаживается на полый вал *11*.

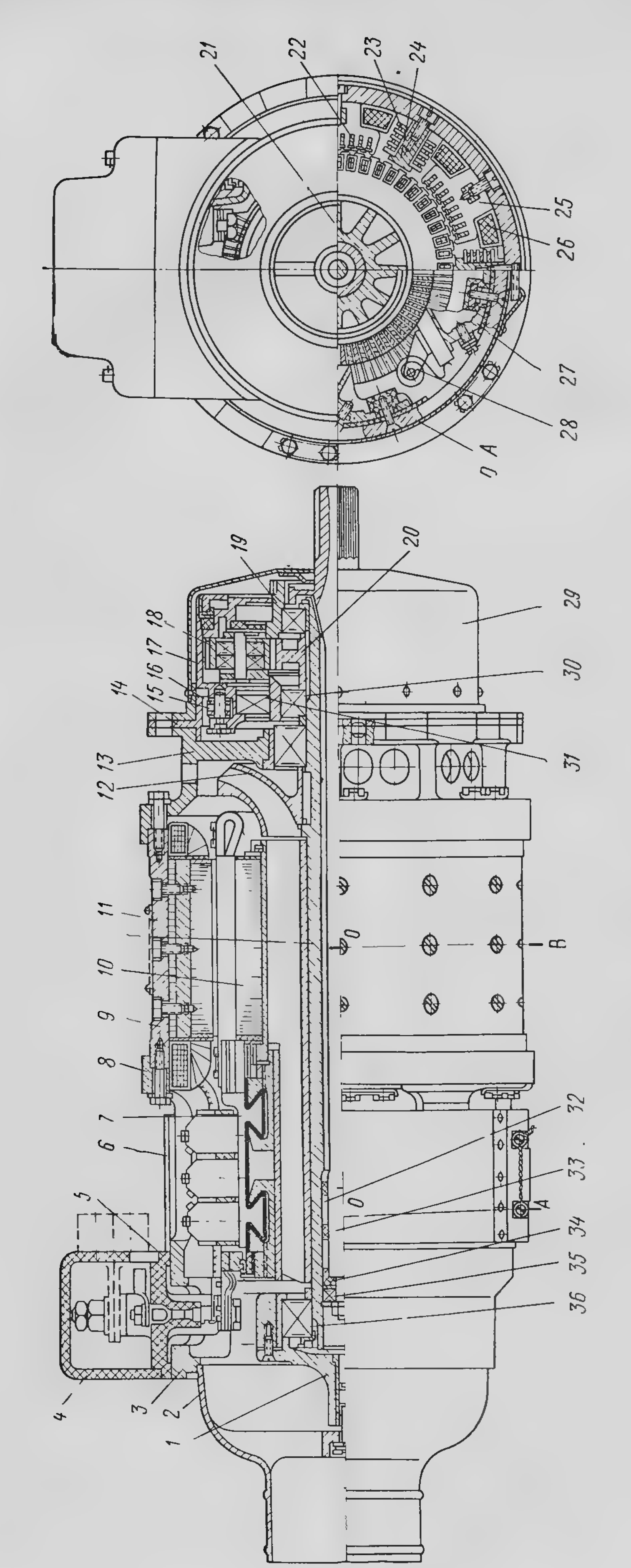


Рис. 25. Разрез стартер-генератора СТГ-12ТМО-1000:

1 — фланец; *2* — патрубок; *3* — щит; *4* — крышка клеммной колодки; *5* — клеммная колодка; *6* — защитная лента; *7* — коллектор; *8* — коллекторный щит; *9* — корпус; *10* — пакет железа якоря; *11* — полый вал якоря; *12* — вентилятор; *13* — передний щит; *14* — храповое колесо; *15* — пружина «собачек»; *16* — «собачка» редуктора; *17* — зубчатое колесо с внутренним зубом; *18* — сателлитовое зубчатое колесо с игольчатым подшипником; *19* — водило редуктора; *20* — зубчатое колесо; *21* — ступица; *22* — компенсационная обмотка; *23* — обмотка дополнительного полюса; *24* — полюс дополнительный; *25* — полюс основной; *26* — катушка обмотки возбуждения; *27* — щеткодержатель; *28* — щеточные пружины; *29* — кожух; *30* — шарикоподшипник П80106Т2С2; *31* — шарикоподшипник ОН7000113ЛТ2; *32* — стальной ролик; *33* — роликовая обгонная муфта; *34* — текстолитовый сепаратор; *35* — шарикоподшипник П80027Т2С2; *36* — шарикоподшипник 7ВП180506Т2СЧ

Полый вал изготовляется из высокопрочной стали 50ХФА. Пазы железа якоря — полузакрытые прямоугольной формы, число пазов — 51. В пазы якоря заложена обмотка, выполненная по типу петлевой из провода прямоугольного сечения ПЭТКСОТ. Концы секций припаяны к пластинам коллектора *7* тугоплавким припоем ПМФ-7. Обмотка якоря в пазах изолирована двумя слоями стеклослюди-

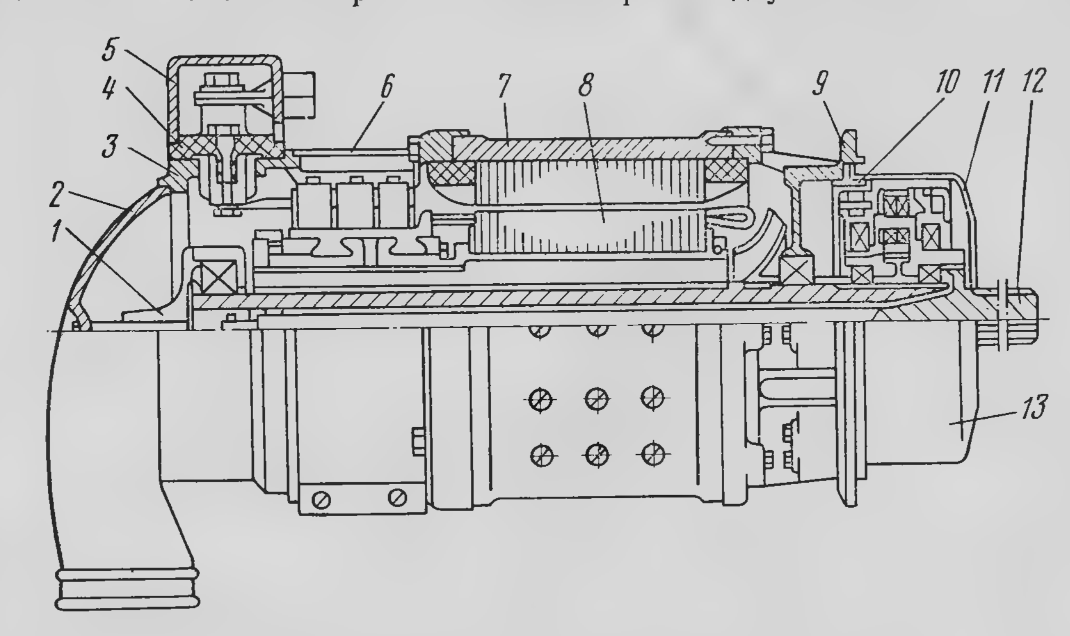


Рис. 26. Разрез стартер-генератора СТГ-18ТМ 1с и 2с:

1 — фланец; *2* — патрубок; *3* — коллекторный щит; *4* — клеммная панель; *5* — крышка; *6* — защитная лента; *7* — корпус; *8* — якорь; *9* — передний щит; *10* — храповое колесо; *11* — кожух; *12* — приводной гибкий вал; *13* — редуктор

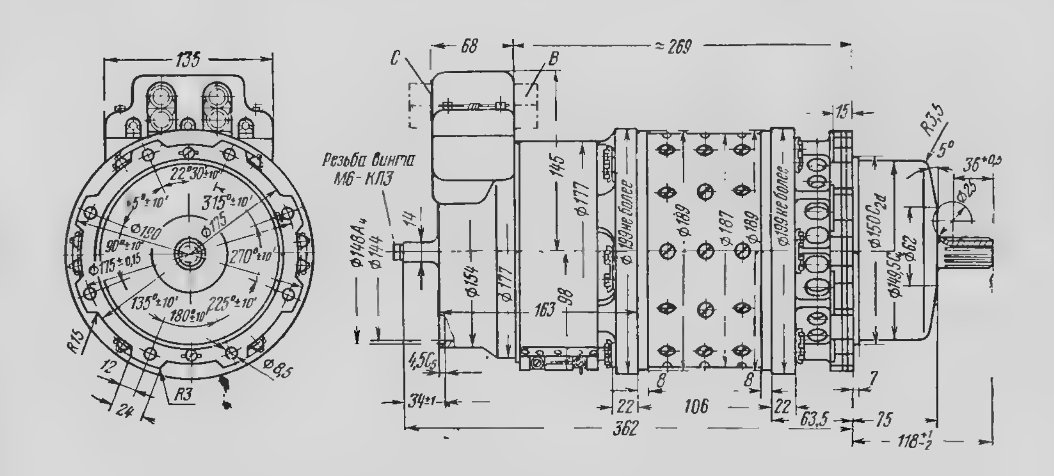


Рис. 27. Габаритные размеры стартер-генератора СТГ-12ТМО-1000

нита и одним слоем фторопласта-4. Для повышения влагостойкости и придания монолитности обмотка пропитана теплостойким изоляционным лаком.

К о л л е к т о р *7* состоит из 102 коллекторных пластин, изготовленных из хромистой бронзы и изолированных друг от друга слюдяными пластинами. Коллекторные пластины имеют два конусных выступа, по форме напоминающих ласточкин хвост, собираются на двух стальных втулках и закрепляются с обеих сторон шайбами и гайками, навинченными на втулки. От втулок и шайб коллекторные пластины изолированы миканитовыми конусами и формовочным миканитом, которым обматываются втулки. Во втулки с коллекторными пластинами запрессовывается цилиндрическая втулка из стали 30ХГСА. Собранный коллектор напрессовывается на ступицу.

Для защиты от распушения на лобовые части обмотки напрессованы стальные бандажные кольца, изолированные от секции манжетами из стеклоткани ТВФЭ-2.

Внутри полого вала *11* расположен приводной гибкий вал, изготовленный из высокопрочной стали 25Х2ГНТА. Полый вал соединяется с гибким валом при помощи роликовой обгонной муфты, обеспечивающей сцепление полого вала якоря с гибким валом в генераторном режиме и расцепление их — в стартерном режиме. На конце гибкого вала имеются резьба и специальный профиль с четырьмя кулачками, на который установлены восемь стальных роликов, размещенных в текстолитовом сепараторе и внутреннем отверстии полого вала.

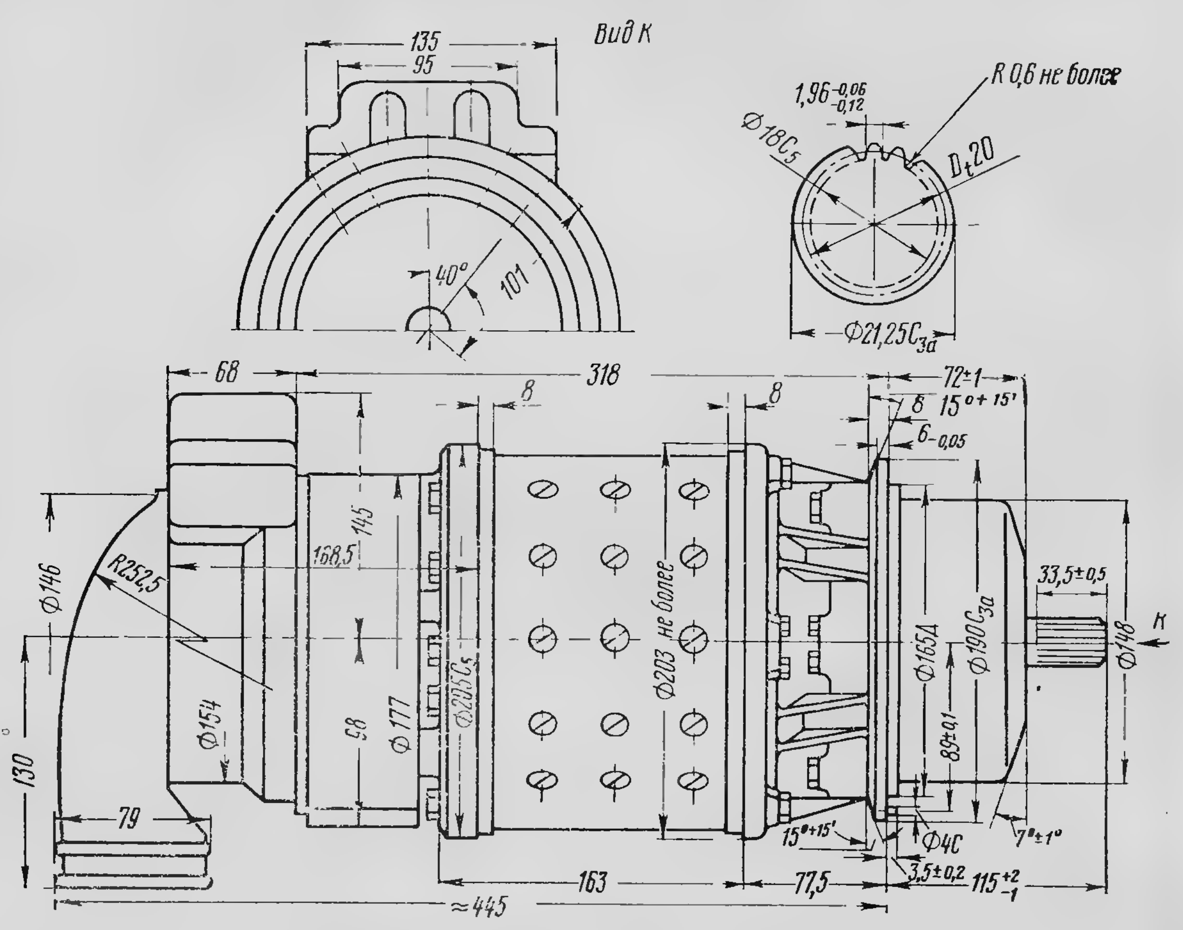


Рис. 28. Габаритные размеры стартер-генератора СТГ-18ТМ

Конец вала для подсоединения к авиадвигателю имеет 16 шлицев эвольвентного профиля с модулем 1,27 : 0,846.

К коллектору с торца припаиваются уравнительные соединения, заложенные в кольца, изготовленные из пресс-материала АГ-4.

Со стороны привода на пустотелый вал насажен алюминиевый вентилятор *12* с девятью лопастями турбинного типа.

На валу якоря со стороны коллектора и на вентиляторе *12* имеются втулки с маслоотбрасывающей резьбой, которая препятствует проникновению смазки из шарикоподшипника на якорь.

Якорь балансируется динамически: со стороны коллектора — установкой специальных прокладок и шайб на торце коллекторной гайки и сверлением отверстий на торце гайки, со стороны вентилятора — снятием металла с обода вентилятора. Точность балансирования 1 *Г · см*.

Коллекторный щит *8*. отлитый из алюминиевого сплава Ал-5, фиксируется в корпусе *9* посадочным буртиком и крепится при помощи болтов. Для запрессовки шарикоподшипника в щите предусмотрена стальная втулка. Внутри к цилиндрической части щита при помощи винтов крепятся шесть обойм щеткодержателей *27* реактивного типа, которые отлиты из алюминиевого сплава, имеют три гнезда под щетки. От щита они изолируются миканитовыми прокладками и изоляционными втулками. Нажатие на щетки осуществляется спиральными пружинами *28*. Давление пружины на щетку составляет 850—1000 *Г* при высоте конца пружины над обоймой щеткодержателя 1,5 *мм*. Для подхода к щеткам в щите имеются шесть окон. На щите крепится винтами панель *5*, к клеммовым болтам которой подводятся концы от якоря и обмоток. Для защиты на панель устанавливается крышка *4*. Крышка и панель изготовлены из термореактивного пресс-материала АГ-4.

В гнезде щита устанавливается шарикоподшипник 7ВП160506Т2. Для пополнения смазки шарикоподшипника между шарикоподшипником и фланцем предусмотрена полость, заполненная смазкой ОКБ-122-7.

Щит 13 со стороны привода отлит из алюминиевого сплава Ал-5, фиксируется в корпусе посадочным буртиком и крепится при помощи болтов, ввертываемых в корпус. Под запрессовку шарикоподшипника в щите предусмотрена стальная втулка. На боковой поверхности щита имеются круглые отверстия для выхода охлаждающего воздуха. В гнезде щита закреплен с помощью фланца коренной шарикоподшипник (7ВП160506Т2) такого же типа, как и в коллекторном щите. В полость между шарикоподшипником и фланцем закладывается смазка ОКБ-122-7.

Защитная лента *6* служит для прикрытия окон в коллекторном щите и выполнена из ленточной пружинной стали У9А с петлями на концах, в которые вставлены валики. С внутренней стороны к ленте приклепана прокладка из стеклотекстолита для изоляции щеточных канатиков от ленты. Защитная лента затягивается с помощью двух болтов и валиков. Болты контрятся стальной проволокой.

Лента по ширине перекрывает окна не полностью, оставляя отверстия, через которые выходит наружу часть охлаждающего воздуха при работе в генераторном режиме и дополнительно засасывается воздух для охлаждения щеток в стартерном режиме. При сборке стартер-генератора разъем защитной ленты располагается по ребрам щита для исключения пробоя со щеточных канатиков на защитную ленту.

Редуктор сцепления-расцепления монтируется на щите *13* со стороны привода, служит для увеличения крутящего момента, передаваемого от полого вала якоря к гибкому валу в стартерном режиме, и для передачи момента с гибкого вала напрямую к полому валу в генераторном режиме. Редуктор сцепления-расцепления состоит из храповой муфты сцепления-расцепления и собственно редуктора. Собственно редуктор состоит из ведущего зубчатого колеса с наружным зацеплением *20*, насаженного на полый вал *11*, сателлитовых зубчатых колес *18*, каждое из которых установлено на роликовом подшипнике. Сателлитовые зубчатые колеса насажены на неподвижные оси, жестко связанные с водилом *19*. Зубчатое колесо *17* с внутренним зацеплением входит в зацепление с сателлитовыми зубчатыми колесами *18*. Водило и зубчатое колесо с внутренним зацеплением установлены на двух шарикоподшипниках.

На трех осях, жестко связанных с зубчатым колесом с внутренним зацеплением, находятся три «собачки» *16* муфты сцепления-расцепления. При помощи спиральных пружин *15* «собачки» прижимаются к водилу и упираются своими зубьями в жестко связанное с корпусом храповое колесо *14* с внутренним зубом. Таким образом, зубчатое колесо *17* при вращении по часовой стрелке не поворачивается относительно корпуса (если смотреть со стороны привода). При этом «собачки» под действием центробежных сил, преодолевая усилие спиральных пружин, выходят из зацепления с храповым колесом, и зубчатое колесо с внутренним зацеплением может свободно вращаться.

Для защиты от механических повреждений и попадания в него посторонних предметов редуктор закрывается специальным кожухом *29*. Схема работы муфты сцепления-расцепления показана на рис. 29.

Стартер-генератор СТГ-12ТМО-1000 работает следующим образом. При подаче напряжения на стартер-генератор якорь его приходит во вращение и через ведущее зубчатое колесо с наружным зацеплением вращение передается сателли-

товым зубчатым колесам, которые обкатываются по неподвижному зубчатому колесу с внутренним зацеплением и вращают водило, жестко связанное с гибким валом.

Таким образом, в стартерном режиме крутящий момент на гибкий вал передается через редуктор. Следовательно, гибкий вал вращается с меньшей скоростью, чем полый, при этом обгонная муфта проскальзывает, и гибкий вал вращается относительно полого вала на шарикоподшипнике.

Стартер-генератор через гибкий вал раскручивает ротор двигателя. При достижении ротором двигателя и, следовательно, гибким валом числа оборотов большего, чем число оборотов якоря, ролики обгонной муфты «заклинивают» и крутящий момент с гибкого вала передается полому валу, стартер-генератор переходит в генераторный режим.

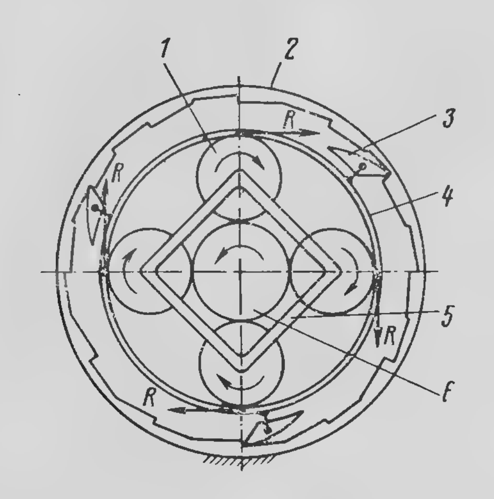


Рис. 29. Схема работы муфты сцепления-расцепления:

1 — сателлитовое колесо; 2 — храповое колесо; 3 — «собачки»; 4 — зубчатое колесо; 5 — водило редуктора; 6 — зубчатое колесо

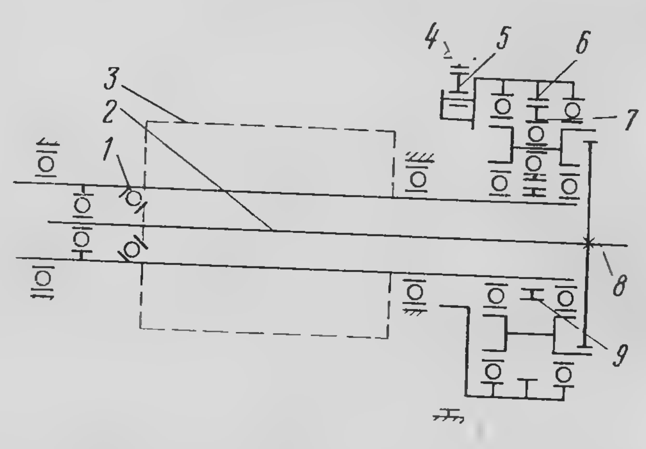


Рис. 30. Кинематическая схема стартер-генераторов СТГ-12ТМО-1000 и СТГ-18ТМ:

1 — обгонная муфта; 2 — гибкий вал; 3 — якорь; 4 — храповое колесо; 5 — «собачка»; 6 — зубчатое колесо с внутренним зацеплением ($z_1=104$, $m=1{,}25$); 7 — сателлитовое зубчатое колесо ($z_3=28$, $m=1{,}25$); 8 — выходной вал; 9 — ведущее зубчатое колесо ($z_2=48$, $m=1{,}25$)

При заклинивании обгонной муфты зубчатое колесо с внутренним зацеплением вращается в ту же сторону, что и выходной вал, «собачки» отжимаются, при этом водило вместе с зубчатым колесом с внутренним зацеплением 4 вращается вхолостую и не несет никакой нагрузки, сателлитовые зубчатые колеса 1 относительно своих осей вращения неподвижны. Редуктор выключается из работы.

При остановке двигателя «собачки» 3 входят в зацепление с храповым колесом 2, ролики обгонной муфты «расклинивают» и стартер-генератор готов к новому запуску. Кинематическая схема СТГ-12ТМО-1000 и СТГ-18ТМ приведена на рис. 30.

Особенности установки стартер-генераторов на объект

Перед установкой на объект стартер-генератор необходимо расконсервировать, внешним осмотром проверить, нет ли повреждений и коррозии на его деталях (в том числе на защитном кожухе редуктора). Проверить вращение якоря и редукторов с помощью ключа, накинутого на шлицы выступающего конца вала.

Проверить мегомметром с напряжением 250 или 500 *в* сопротивление изоляции токоведущих частей относительно корпуса, оно должно быть не менее 20 *Мом*. Если сопротивление изоляции ниже 20 *Мом*, то стартер-генератор необходимо просушить при температуре 100—200° С до восстановления изоляции.

Предупреждение. Производить испытание электрической прочности изоляции в условиях эксплуатации не разрешается.

Проверить легкость хода щеток в щеткодержателях и состояние щеток — нет ли сколов на рабочей поверхности.

Стартер-генератор устанавливается в горизонтальном положении и крепится к фланцу на двигателе при помощи переходного фланца, имеющего 8 отверстий для крепежных шпилек, расположенных равномерно по окружности.

При установке стартер-генератора на двигатель шлицевой конец гибкого валика должен свободно войти в шлицевую втулку вала двигателя. При монтаже генератора необходимо следить за положением патрубка обдува, который должен быть состыкован со щитом без перекоса.

Работа стартер-генераторов в системе питания и запуска

Стартер-генераторы типов СТГ-12ТМО-1000 и СТГ-18ТМ применяются в различных системах питания и запуска (СПЗ). Все системы по принципу работы очень сходны; они различаются лишь некоторыми особенностями запуска двигателей различных типов и требованиями, которые предъявляются к системам. Независимо от типа и количества двигателей, установленных на самолете (вертолете), почти во всех применяемых системах запуск каждого двигателя можно осуществлять как от аккумуляторных батарей, установленных на борту самолета (вертолета), так и от аэродромных источников питания. Как правило, питание стартер-генераторов в стартерном режиме осуществляется постоянным напряжением 24 *в* с последующим переключением питания якоря стартер-генераторов в процессе запуска на 48 *в*. Регламентация работы агрегатов запуска двигателей в СПЗ осуществляется как по времени — специальным программным механизмом, так и по числу оборотов двигателя с помощью автоматических устройств, отключающих стартер-генераторы при определенном числе оборотов. По окончании запуска двигателя стартер-генераторы автоматически переводятся в генераторный режим и подключаются для питания бортовой электрической сети.

Стартер-генераторы в стартерном режиме работают как обычные электродвигатели с шунтовым возбуждением, скоростная характеристика которого имеет следующий вид:

$$n = \frac{U - I_я(R_я - R_д)}{C_E \Phi},$$

где n — число оборотов якоря;
U — напряжение на клеммах электродвигателя;
$I_я$ — ток, потребляемый якорем;
$R_я$ — сопротивление якоря;
$R_д$ — дополнительное сопротивление в цепи якоря;
Φ — поток возбуждения;
C_E — постоянная машины.

Увеличение числа оборотов стартер-генератора достигается следующим образом:

увеличением напряжения за счет переключения источников питания с параллельного на последовательное соединение при запуске от наземных источников или ступенчатого увеличения напряжения питания пускорегулирующей коробки (ПРК-8А или ПРК-8М) при запуске авиадвигателей от установки ТГ-16 или ТГ-16М; в этом случае скоростная характеристика будет иметь следующий вид:

$$n < n' = \frac{2U - I_я(R_я - R_д)}{C_E \Phi};$$

плавным уменьшением потока возбуждения при помощи регуляторов тока РУТ-600Д, установленных в пусковой коробке стартер-генераторов ПСГ-1А.

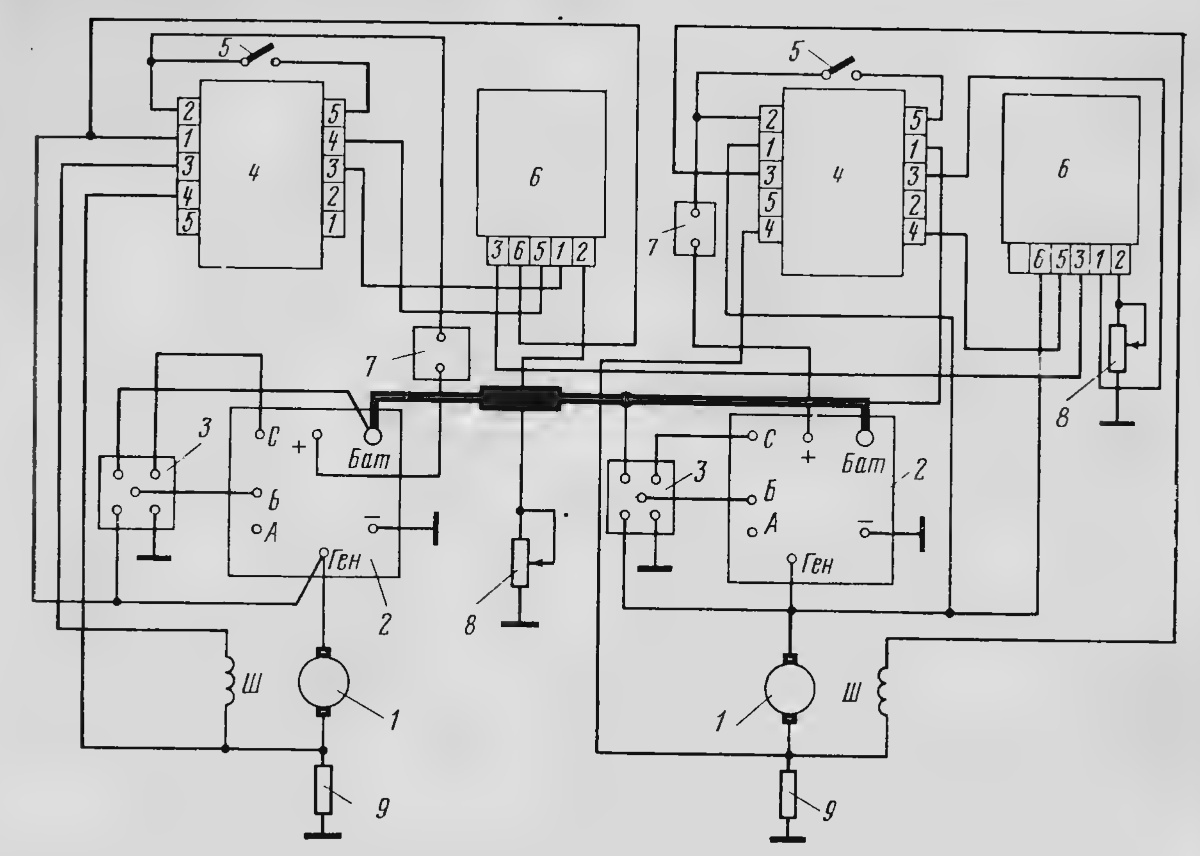


Рис. 31. Схема внешних соединений стартер-генераторов СТГ-12ТМО-1000 в системе питания и запуска (СПЗ):

1 — стартер-генератор СТГ-12ТМО-1000; *2* — дифференциально-минимальное реле ДМР-400Д; *3* — реле; *4* — автомат защиты АЗП-8М; *5* — выключатель генератора; *6* — регулятор напряжения РН-180; *7* — блок-реле аэродромного питания; *8* — сопротивление ВС-25Б; *9* — сопротивление БС-12000

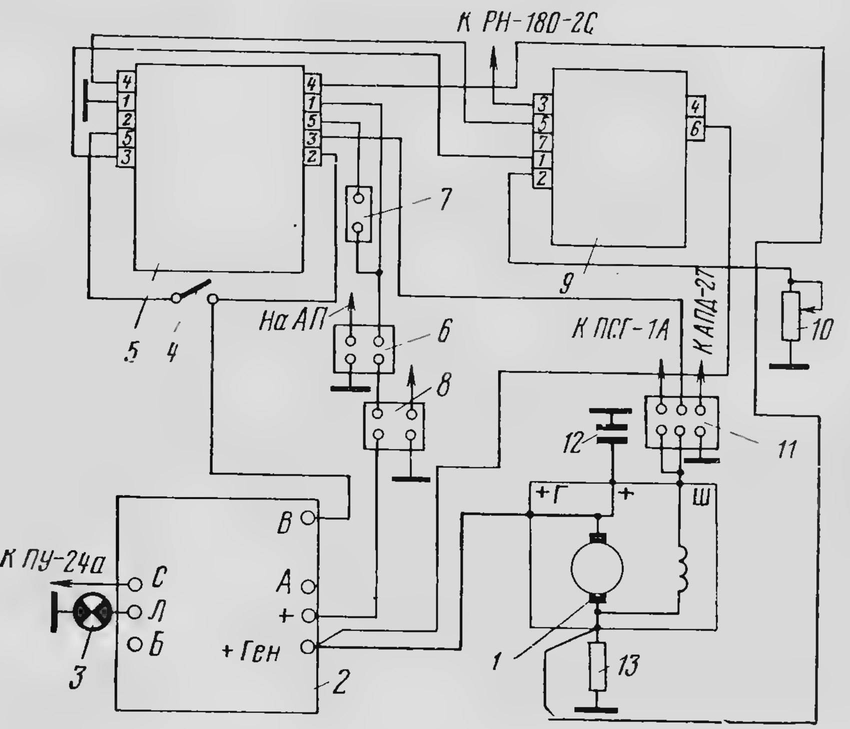


Рис. 32. Схема внешних соединений стартер-генераторов СТГ-18ТМ в системе питания и запуска (СПЗ):

1 — стартер-генератор СТГ-18ТМ; *2* — дифференциально-минимальное реле ДМР-600; *3* — сигнальная лампа; *4* — выключатель; *5* — автомат защиты АЗП-8М 2с; *6* — блок-реле АП; *7* — аварийный выключатель возбуждения; *8* — блок-реле запуска; *9* — регулятор РН-180 2с; *10* — выносное сопротивление ВС-25Б; *11* — блок-реле возбуждения генератора; *12* — конденсатор; *13* — сопротивление БС-18000

СПЗ могут выполнять следующие функции:

подключение к бортсети самолета (вертолета) аэродромных источников питания или бортовых аккумуляторных батарей;

запуск двигателя на земле;

холодную прокрутку двигателя;

запуск двигателя в полете;

прекращение запуска двигателя (на любом этапе цикла запуска);

подключение к бортсети самолета (вертолета) стартер-генераторов, работающих в генераторном режиме;

обеспечение питания бортсети самолета (вертолета) постоянным током стабилизированного напряжения;

обеспечение параллельной работы стартер-генераторов в генераторном режиме.

В некоторых СПЗ отдельные из этих функций не используются. На рис. 31 приведена схема внешних соединений стартер-генератора СТГ-12ТМО-1000 в системе питания и запуска, а на рис. 32 — для СТГ-18ТМ. Возможные неисправности стартер-генераторов даны в табл. 15.

Консервация, упаковка и хранение

Организация-изготовитель поставляет потребителям стартер-генераторы в законсервированном виде. Консервация рассчитана на хранение стартер-генераторов в течение полутора лет при условии соблюдения правил хранения. В качестве консервирующей смазки применяется нейтральный технический вазелин (ГОСТ 782—59). Консервации предохранительной смазкой подлежат: хвостовик гибкого вала, наружные неокрашенные поверхности колпака редуктора, головки винтов, болтов и гаек.

Поверхности деталей, подлежащие консервации, предварительно очищают от загрязнения и обезжиривают путем протирания чистой тряпкой, смоченной в бензине, и просушивают на воздухе. Запрещается прикасаться незащищенными руками к местам, подлежащим консервации. Брать детали нужно за места, покрытые лаком или антикоррозийными металлами, либо пользоваться трикотажными перчатками или парафинированной бумагой.

Перед консервацией необходимо убедиться в отсутствии коррозии. При обнаружении следов коррозии их необходимо удалить шлифовальной шкуркой зернистостью 5 или 6, смоченной в вазелине, с последующей заполировкой пастой ГОИ.

Перед консервацией смазка подогревается до температуры 50—70° С и наносится ровным слоем с помощью кисти. После консервации хвостовик вала и законсервированную поверхность колпака заворачивают в бумагу.

Упаковывают стартер-генераторы в деревянные ящики для транспортировки по железной дороге и автотранспортом.

Чтобы исключить возможность перемещения стартер-генератора в ящике, корпус его жестко закрепляют в деревянных колодках, которые стягиваются шпильками или хомутами. Колодки от перемещения удерживаются деревянными упорами. Ящики со стартер-генераторами запрещается хранить под открытым небом или в сыром помещении. Вскрывать ящики разрешается только в закрытом складском помещении. Помещение склада должно быть сухим, вентилируемым и отапливаемым. Пол склада должен быть деревянным или плиточным. Температура в складском помещении должна поддерживаться в пределах 10—30° С, относительная влажность воздуха — 45—70%. В отдельных исключительных случаях допускается хранение стартер-генераторов в помещениях с относительной влажностью до 80% и температурой 5—35° С. Суточное колебание температуры воздуха не должно превышать 5°.

В помещение не должны проникать газы, способные вызвать коррозию (дым, газы химических заводов, окись серы, аммиак, хлор и др.). Запрещается хранить вместе со стартер-генераторами и запасными частями к ним химические реактивы и легко испаряющиеся вещества, вызывающие коррозию (кислоты, соли, щелочи, заряженные аккумуляторы). Хранить стартер-генераторы следует на стеллажах. Для обеспечения доступа к ним при периодических осмотрах и

Возможные неисправности СТГ-12ТМО-1000 и СТГ-18ТМ, способы их обнаружения и устранения

Таблица 15

Неисправность	Причина	Признак	Способ устранения
При включении в сеть якорь стартер-генератора не вращается	Обрыв во внешних проводах электрической цепи	При проверке тестером сопротивление отдельных участков цепи равно бесконечности	Устранить обрыв
Якорь стартер-генератора не развивает необходимой скорости вращения	Нагрузка на валу превышает допустимую	Потребляемый ток более допустимого	Привести нагрузку в соответствие с допустимой
	Напряжение питания ниже номинального значения	—	Повысить напряжение
Якорь стартер-генератора развивает повышенную скорость вращения	Напряжение питания выше номинального значения	—	Понизить напряжение
	Межвитковое замыкание в катушках возбуждения	Сопротивление обмотки возбуждения значительно ниже номинального	Стартер-генератор снять и направить в ремонт
	Замыкание обмотки возбуждения на корпус	При проверке тестером сопротивление между обмоткой возбуждения и корпусом равно нулю	То же
	Обрыв обмотки возбуждения	Сопротивление обмотки возбуждения равно бесконечности	»
Сильное искрение под щетками, вызывающее подгорание пластин коллектора	Щетки неплотно прилегают к поверхности коллектора из-за заедания в гнездах щеткодержателей	Щетки с трудом вынимаются из гнезд щеткодержателей и имеют на боковых поверхностях блестящие полосы	Вынуть щетки из гнезд щеткодержателей и зачистить слегка боковые поверхности шкуркой зернистостью 5 или 6.
	Щетки плохо пришлифованы	Рабочая поверхность щетки имеет непришлифованные (неблестящие) участки (более 30% площади)	Притереть и пришлифовать щетки
	Загрязнение коллектора	Черный налет на поверхности коллектора	Прочистить коллектор чистой тряпкой, слегка смоченной в бензине. Загрязнения, не снимающиеся тряпкой, удалить шкуркой зернистостью 5 или 6 при вращении якоря стартер-генератора от руки. При чистке щетки вынуть из обойм щеткодержателей
	Короткое замыкание обмотки якоря	Между любыми двумя смежными пластинами напряжение равно нулю	Прочистить впадины между ламелями коллектора. Если дефект не устраняется, направить стартер-генератор в ремонт
	Обрыв обмотки якоря	Подгорание одной или нескольких пластин в зависимости от количества обрывов	Стартер-генератор направить в ремонт
	Перегрузка стартер-генератора	—	Проверить исправность механической системы, сопрягающейся со стартер-генератором, и электрической схемы запуска
	Генераторный режим		
Сильное искрение под щетками, вызывающее подгорание пластин коллектора	Щетки неплотно прилегают к поверхности коллектора из-за заедания в гнездах щеткодержателей	Щетки с трудом вынимаются из гнезд щеткодержателей и имеют на боковых поверхностях блестящие полосы	Вынуть щетки из гнезд щеткодержателей и слегка зачистить их боковые поверхности шкуркой зернистостью 5 или 6 (ГОСТ 6456—68)
	Щетки плохо пришлифованы	Рабочая поверхность щетки имеет непришлифованные (неблестящие) участки (более 30% площади)	Притереть и пришлифовать щетки

Продолжение табл. 15

Неисправность	Причина	Признак	Способ устранения
	Загрязнение коллектора	Черный налет на поверхности коллектора	Прочистить коллектор чистой тряпкой, слегка смоченной в бензине. Загрязнения, не снимающиеся тряпкой, удалить шкуркой зернистостью 5 или 6 при вращении якоря стартер-генератора от руки.
	Ослабление пластин коллектора или большое биение коллектора	Беспорядочное подгорание пластин коллектора	Стартер-генератор направить в ремонт
	Большой износ коллектора	Образование на коллекторе ступеней, выработанных щетками	Стартер-генератор направить в ремонт
	Короткое замыкание обмотки якоря	Между любыми двумя смежными пластинами напряжение равно нулю	Прочистить впадины между ламелями коллектора. Если дефект не устраняется, направить стартер-генератор в ремонт
	Обрыв обмотки якоря	Подгорание одной или нескольких пластин в зависимости от количества обрывов	Стартер-генератор направить в ремонт
На стартер-генераторе отсутствует напряжение	Щетки не касаются коллектора	Зависание (или заклинивание) щеток в гнездах щеткодержателей	Вынуть щетки из гнезд щеткодержателей и слегка зачистить шкуркой зернистостью 5 или 6 боковые поверхности щеток, обеспечив легкость их хода в гнездах щеткодержателей
	Неисправность пускорегулирующей аппаратуры	—	Отключить пускорегулирующую аппаратуру и проверить ее
	Обрыв обмотки возбуждения	При проверке тестером сопротивление обмотки возбуждения равно бесконечности. При вращении якоря напряжение стартер-генератора не превышает 1—2 *в* (от остаточного магнетизма)	Стартер-генератор направить в ремонт
	Короткое замыкание обмотки якоря	При проверке якоря на закороченность напряжение между соседними пластинами коллектора получается меньше, чем между другими соседними пластинами, или равно нулю	Стартер-генератор направить в ремонт
	Короткое замыкание в цепи якоря из-за перекрытий и пробоев на корпус вследствие образования «мостиков» из щеточной пыли между токоведущими частями	При проверке тестером сопротивления изоляции последнее очень мало или равно нулю	Устранить короткое замыкание, продуть стартер-генератор от щеточной пыли. Если изоляция не восстановится, стартер-генератор направить в ремонт
	Стартер-генератор размагничен	При отключенной регулирующей аппаратуре при вращении якоря вольтметр не показывает напряжения	Подмагнитить стартер-генератор путем подключения аккумуляторной батареи на 1—2 *сек* к концам обмотки возбуждения («+» батареи к клемме «Ш» стартер-генератора, «—» к «—» стартер-генератора)

смазке желательно располагать их в один ярус. Стеллажи должны изготовляться из древесины с относительной влажностью не более 18% и должны быть покрашены масляной краской. Устанавливать стеллажи необходимо так, чтобы расстояние от полок до стены было не менее 40 *см*. Запрещается укладывать стартер-генераторы смазанной поверхностью непосредственно на деревянные полки; необходимо подкладывать под них парафинированную или пергаментную бумагу. Убирать пол в складском помещении следует с помощью влажных опилок или пылесоса.

По истечении каждых шести месяцев хранения стартер-генераторы необходимо осматривать и по мере надобности возобновлять консервирующую смазку, делая об этом отметки в паспорте. Если на стальных деталях с кадмиевым покрытием появится белый налет, его необходимо стереть сухой тряпкой, а детали смазать расплавленным техническим вазелином. При расконсервации стартер-генераторов смазку удаляют тряпкой, смоченной в бензине, после чего очищенное место досуха протирают чистой тряпкой.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ГЕНЕРАТОРЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Генераторы типа СГО-8, СГО-12, ГО-16ПЧ8 и СГО-30 предназначены для питания переменным током и частотой стабилизированного напряжения однофазной бортовой сети (рис. 33).

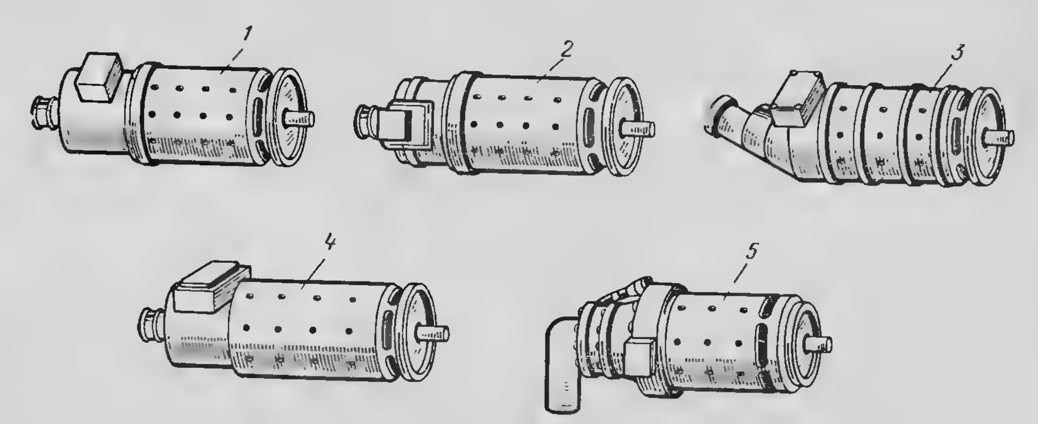


Рис. 33. Генераторы переменного тока:
1 — СГО-8; *2* — СГО-12; *3* — ГО-16ПЧ8; *4* — СГО-30; *5* — СГС-90/360

Генераторы СГО-8у, СГО-12МО и СГО-30у отличаются от генераторов СГО-8, СГО-12 и СГО-30 только формой патрубков для подачи охлаждающего воздуха: первые имеют прямой патрубок, вторые — угловой. Генераторы СГО-12МО изготовляются без патрубка, патрубок устанавливается организацией, производящей монтаж.

Генератор СГС-90/360 2с предназначен для питания переменным током бортовой сети. Воздух, охлаждающий генератор, проходит через угловой патрубок, который можно устанавливать в любое фиксированное положение через 45°.

Генераторы СГО-8 и СГО-12 (рис. 34) представляют собой двенадцатиполюсные, а ГО-16ПЧ8 и СГО-30 — шестиполюсные синхронные машины трехфазного переменного тока с возбуждением от бортовой сети постоянного тока.

Трехфазная обмотка переменного тока расположена на якоре (роторе) и соединена у генераторов СГО-8 и СГО-12 по схеме «треугольник», у генераторов СГО-30 — по схеме «звезда», а полюсы с обмоткой возбуждения неподвижно закреплены в корпусе (статоре). Такая конструкция обеспечивает лучшее охлаждение обмотки якоря.

У генераторов ГО-16ПЧ8 обмотка возбуждения расположена на роторе, концы обмотки выведены на кольца. Обмотка переменного тока расположена на статоре, концы ее выведены на клеммовую панель, что позволяет соединять ее как в «треугольник», так и в «звезду».

Генераторы серий СГО и ГО устанавливаются на двигателе, СГС-90/360 2с — на главном редукторе в горизонтальном положении.

Крепление генераторов серий СГО и ГО осуществляется при помощи стандартного хомута, генераторов СГС-90/360 2с — при помощи фланца восемью шпильками.

Способ соединения генераторов с коробкой приводов двигателя (главного редуктора) шлицевой. Генераторы СГО-8, СГО-12, ГО-16ПЧ8 и СГО-30 на внешнем конце соединительного гибкого вала имеют 16 шлицев эвольвентного профиля. Вал ротора генератора СГС-90/360 2с (жесткий) имеет на хвостовике 20 шлицев эвольвентного профиля.

Направление вращения якорей генераторов СГО-8, СГО-12, ГО-16ПЧ8 и СГО-30 левое, если смотреть со стороны привода, при этом чередование фаз тоже левое. При работе генератора СГО-8 на однофазную сеть допускается правое направление вращения.

Рис. 34. Электрическая схема генераторов СГО-8 2с и СГО-12 (вид со стороны колец)

Генераторы СГО-8, СГО-12 и ГО-16ПЧ8 имеют теплостойкое исполнение: изоляция обмоток якоря и возбуждения выполнена из теплостойких изоляционных материалов на основе стекловолокна и кремния.

Охлаждение генераторов осуществляется продувом потоком атмосферного воздуха.

Генераторы серий СГО и ГО специального маслозащитного устройства не имеют и поэтому для нормальной их работы требуется, чтобы маслозащитное устройство приводного редуктора на двигателе не пропускало масло из редуктора в генератор.

В генераторах серий СГО и ГО применены медно-графитовые щетки МГС-7 соответствующих размеров.

Генератор СГО-8 работает на однофазную сеть в комплекте со следующей аппаратурой (рис. 35):

первый вариант — регулятором напряжения РН-600, выносным сопротивлением ВС-33, коробкой регулирования напряжения КРТ-1, коробкой включения защиты и переключения КВП-1А, коробкой программного механизма ПМК-14, контактором КМ-100Д; второй вариант — коробкой регулирования и защиты КРЛ-31, регулятором напряжения РН-600; выносным регулируемым сопротивлением ВС-30Б, контактором КМ-100Д.

Генератор СГО-12 (рис. 36) работает в комплекте с аппаратурой: коробкой регулирования и защиты КРП-31, автоматом защиты от перенапряжения АЗП1-1СД, выносным сопротивлением ВС-33, угольным регулятором РН-600, фильтром ФГ-1.

Конструкция генераторов СГО-8 и СГО-12 представлена на рис. 37.

Генератор ГО-16ПЧ8 (рис. 38, 39) работает в комплекте с аппаратурой: регулятором напряжения РН-600 2с, коробкой включения и регулирования КВР-2 2с, контакторами ТКС233ДТ и ТКС203ДТ, выносным сопротивлением ВС-33, коробкой КОЧ-1АН, автоматом защиты АЗП1-1СД.

На рис. 40 представлена конструкция генератора ГО-16ПЧ8. Следует заметить, что при использовании генератора с соединением обмотки статора по схеме «звезда» в комплект аппаратуры дополнительно входит трансформатор ТН3Т2204А.

Генераторы СГО-30 2с и СГО-30у 2с работают на однофазную сеть в комплекте со следующей аппаратурой (рис. 41): регулятором напряжения РН-600, коробкой регулирования напряжения КРН-0, коробкой программного механизма ПМК-14, коробкой включения генератора КВП-1А, автоматом защиты сети от перенапряжения АЗП1-1СД, выносным сопротивлением ВС-30Б, контактором КМ-200Д.

На рис. 42 показана схема внешних соединений, а на рис. 43 — конструкция генератора СГО-30 2с.

Генератор СГС-90/360 2 (рис. 44) работает в комплекте с аппаратурой: коробкой регулирования КРЛ-33Б и КРЛ-33А, регулятором напряжения РН-600, выносным сопротивлением ВС-34, коробкой программного механизма ПМК-14, трансформатором тока ТТ-33, трансформатором напряжения ТТИ-360; 208, контактором ТКС-203ДА, контактором ТКС-403Д, трансформатором напряжения ТС/1—2, трансформатором напряжения ТС/3—0,5.

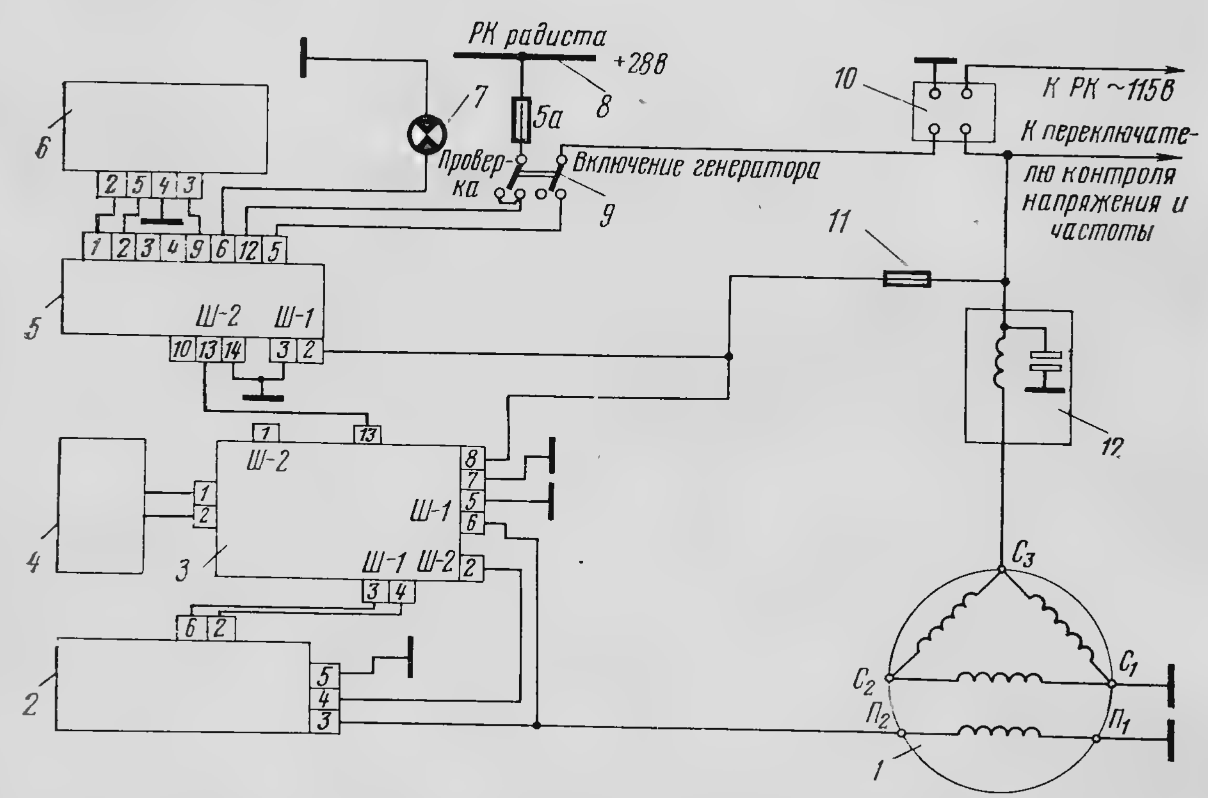


Рис. 35. Схема внешних соединений генератора СГО-8:

1 — генератор СГО-8; *2* — регулятор напряжения РН-600; *3* — коробка КРТ-1; *4* — выносное сопротивление ВС-33; *5* — коробка КВП-1А; *6* — механизм ПМК-14; *7* — сигнальная лампочка; *8* — шина (+); *9* — переключатель; *10* — реле; *11* — предохранитель; *12* — фильтр

На рис. 45 представлена схема внешних соединений, а на рис. 46 — конструкция генератора СГС-90/360 2с.

Принцип действия генераторов СГО-8 2с, СГО-8у 2с, СГО-12, СГО-12МО, СГО-30 2с, СГО-30у 2с ничем не отличается от принципа действия синхронных генераторов промышленного типа. Различие существует в конструкции: обмотка переменного тока расположена на якоре и вращается вместе с ним, полюса с обмоткой возбуждения неподвижно закреплены в корпусе статора, а генератор ГО16ПЧ8 не имеет и этого отличия.

Условные обозначения. Наименования типа генераторов расшифровываются следующим образом: С — самолетный, Г — генератор, О — однофазный, У — с угловым патрубком; цифры, стоящие после букв — 8, 12, 16, 30, — номинальная мощность генератора в киловольт-амперах.

Конструкция

Генераторы СГО-8, СГО-12 и СГО-30 конструктивно выполнены одинаково (за исключением количества полюсов) и состоят из следующих основных узлов: корпуса с полюсами и обмоткой возбуждения, якоря с контактными кольцами, щита с узлом токосъема, патрубка.

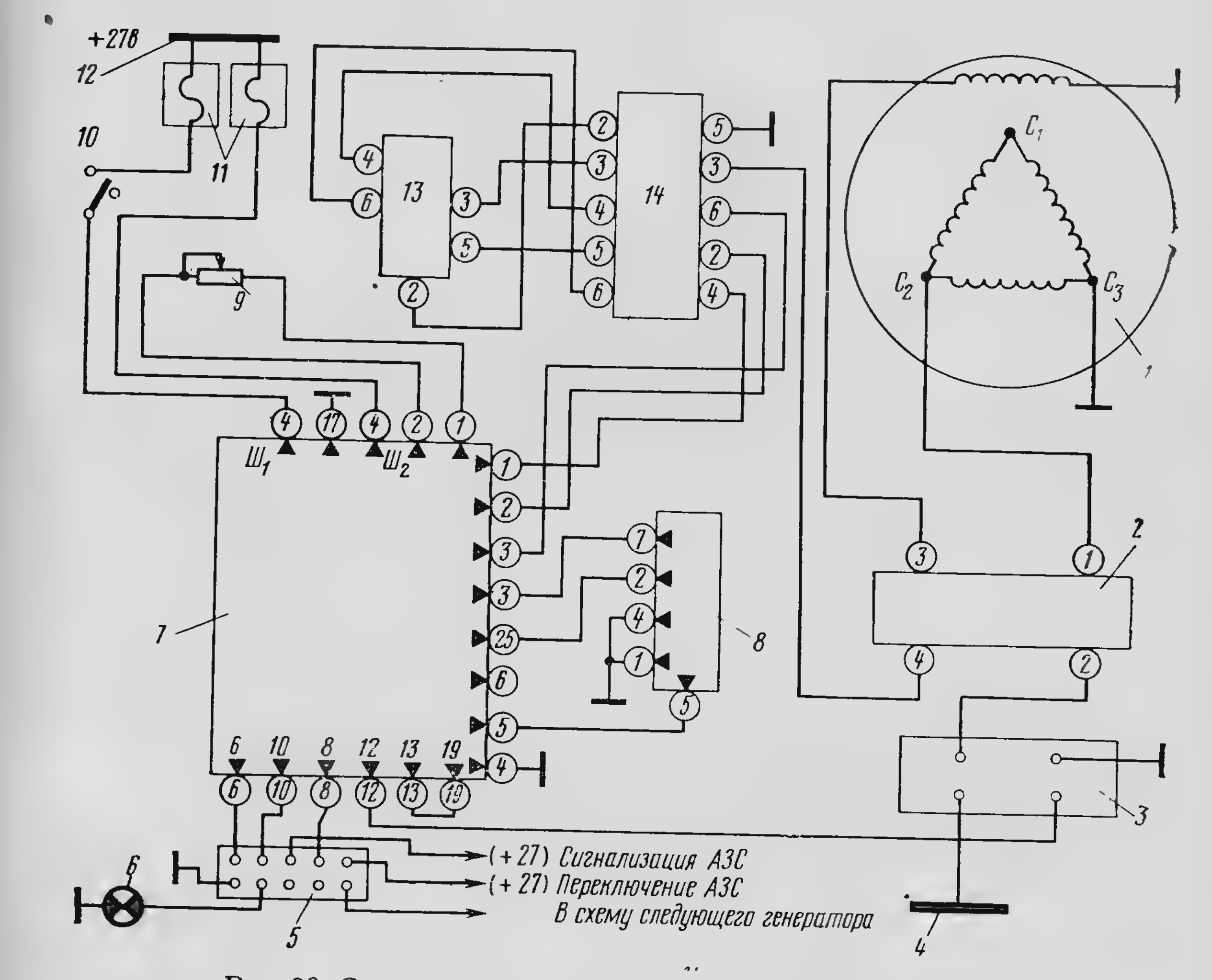


Рис. 36. Схема внешних соединений генератора СГО-12:

1 — генератор СГО-12; *2* — фильтр генератора ФГ-1; *3* — контактор включения потребителей ТКС-133ДТ; *4* — шина потребителей 115 *в*, 400 *гц*; *5* — реле ТКЕ-52ПД; *6* — сигнальная лампочка (генератор работает); *7* — коробка КВР-1; *8* — автомат защиты АЗП-1СФ; *9* — выносное сопротивление ВС-35; *10* — выключатель генератора КВ-ПА; *11* — автоматы защиты сети в цепи возбуждения; *12* — шина (+); *13* — регулятор напряжения РН-600; *14* — фильтр для регулятора напряжения РН-600

Корпус *11* генератора (см. рис. 37) сварной, состоит из двух частей: активной, выполненной из стали Ст. 10, и фланца, выполненного из стали 30ХГСА.

Наружная поверхность корпуса окрашена эмалью черного цвета. К корпусу винтами *10* привернуты полюсы *13* с катушками возбуждения *14*, соединенными между собой последовательно согласно схеме (рис. 34). Винты *10* для предохранения от самоотвинчивания кернятся в шлиц. Полюсы *13* набраны из отдельных листов электротехнической стали. Катушки возбуждения *14* выполнены двухслойными из шинного провода ПЭТВП, данные обмоток приведены в табл. 16.

Каждый слой катушки изолируется фторопластом. Между слоями катушек прокладываются прокладки из гибкого стекломиканита. От корпуса и полюсов катушки изолируются стеклолентой.

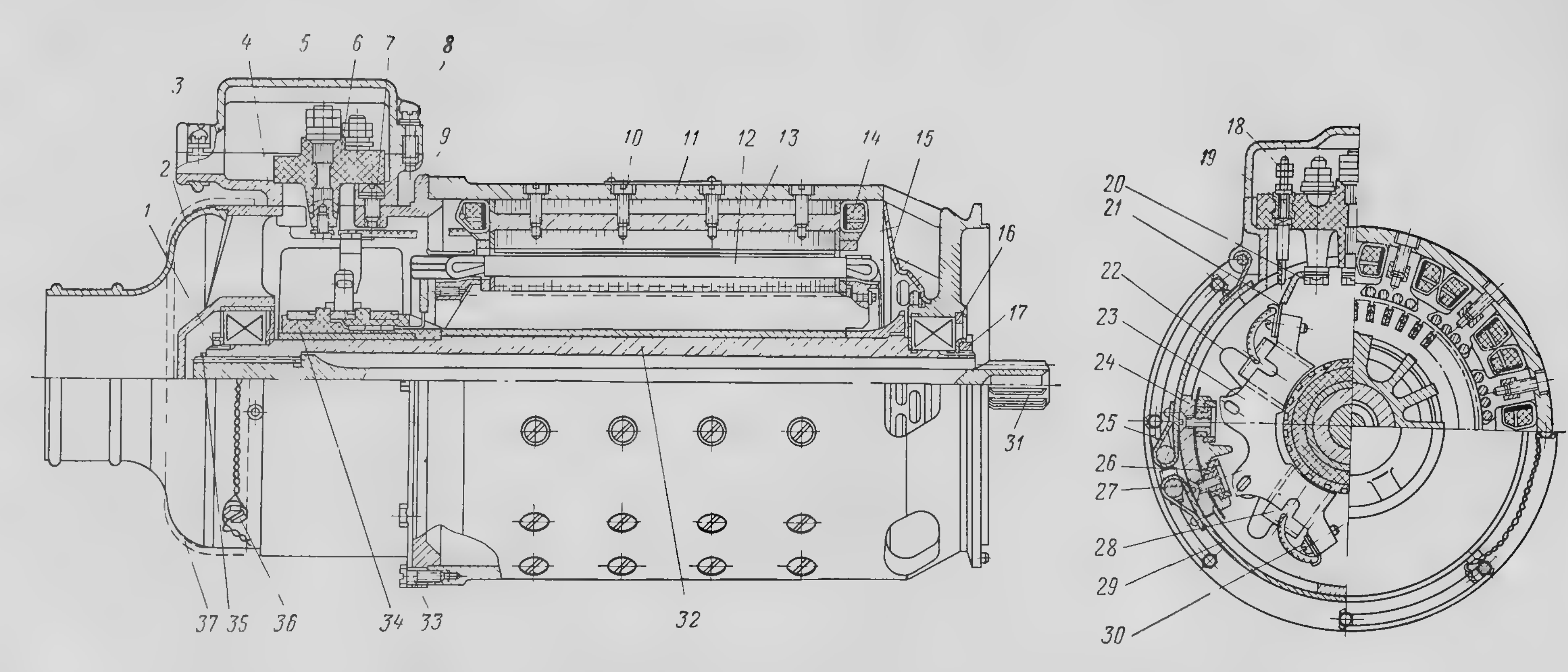


Рис. 37. Конструкция генераторов СГО-8 и СГО-12 (общий вид):

1 — гайка; *2* — патрубок; *3* — винт; *4* — клеммовая коробка; *5* — крышка клеммовой коробки; *6* — панель клеммовая пластмассовая; *7* — винт; *8* — винт; *9* — щит; *10* — винт; *11* — корпус; *12* — обмотка якоря; *13* — полюс; *14* — катушка возбуждения; *15* — кожух; *16* — кольцо стопорное; *17* — гайка; *18* — гайка; *19* — клемма; *20* — болт; *21* — шинка соединительная; *22* — пружина спиральная; *23* — щеткодержатель; *24* — прокладка изоляционная; *25* — стяжной болт; *26* — втулка; *27* — винт; *28* — щетка; *29* — лента защитная; *30* — винт; *31* — вал гибкий; *32* — вал полый; *33* — болт; *34* — кольцо контактное; *35* — кольцо стопорное; *36* — винт; *37* — заглушка транспортировочная

Рис. 38. Электрическая схема генератора ГО-16ПЧ8 (вид со стороны колец)

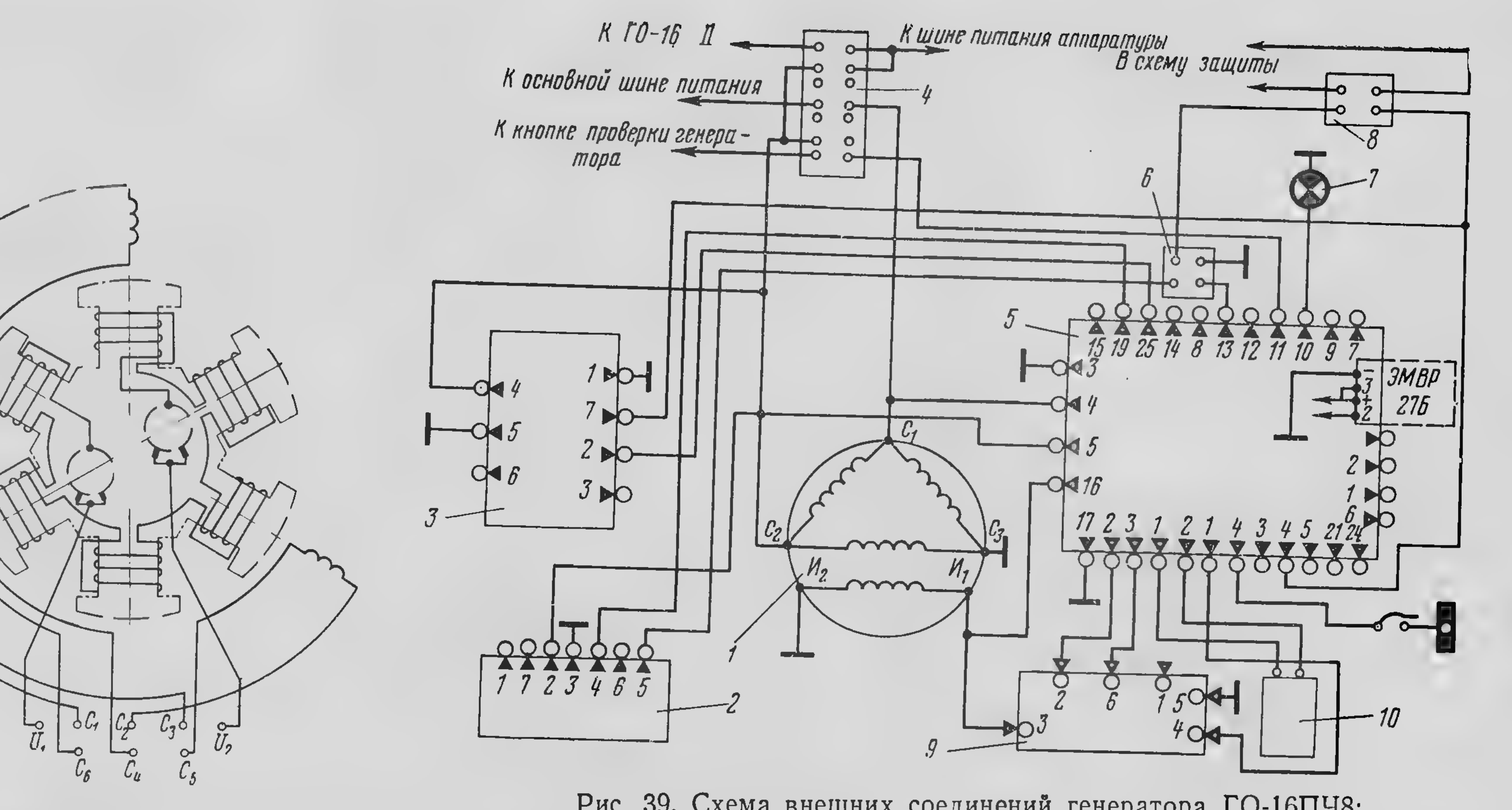


Рис. 39. Схема внешних соединений генератора ГО-16ПЧ8:

1 — генератор ГО-16ПЧ8; *2* — коробка КОЧ-1АН; *3* — автомат защиты АЗП-1СД; *4* — реле; *5* — коробка КВР-2; *6* — реле; *7* — сигнальная лампочка; *8* — реле; *9* — регулятор напряжения РН-600; *10* — выносное сопротивление ВС-33

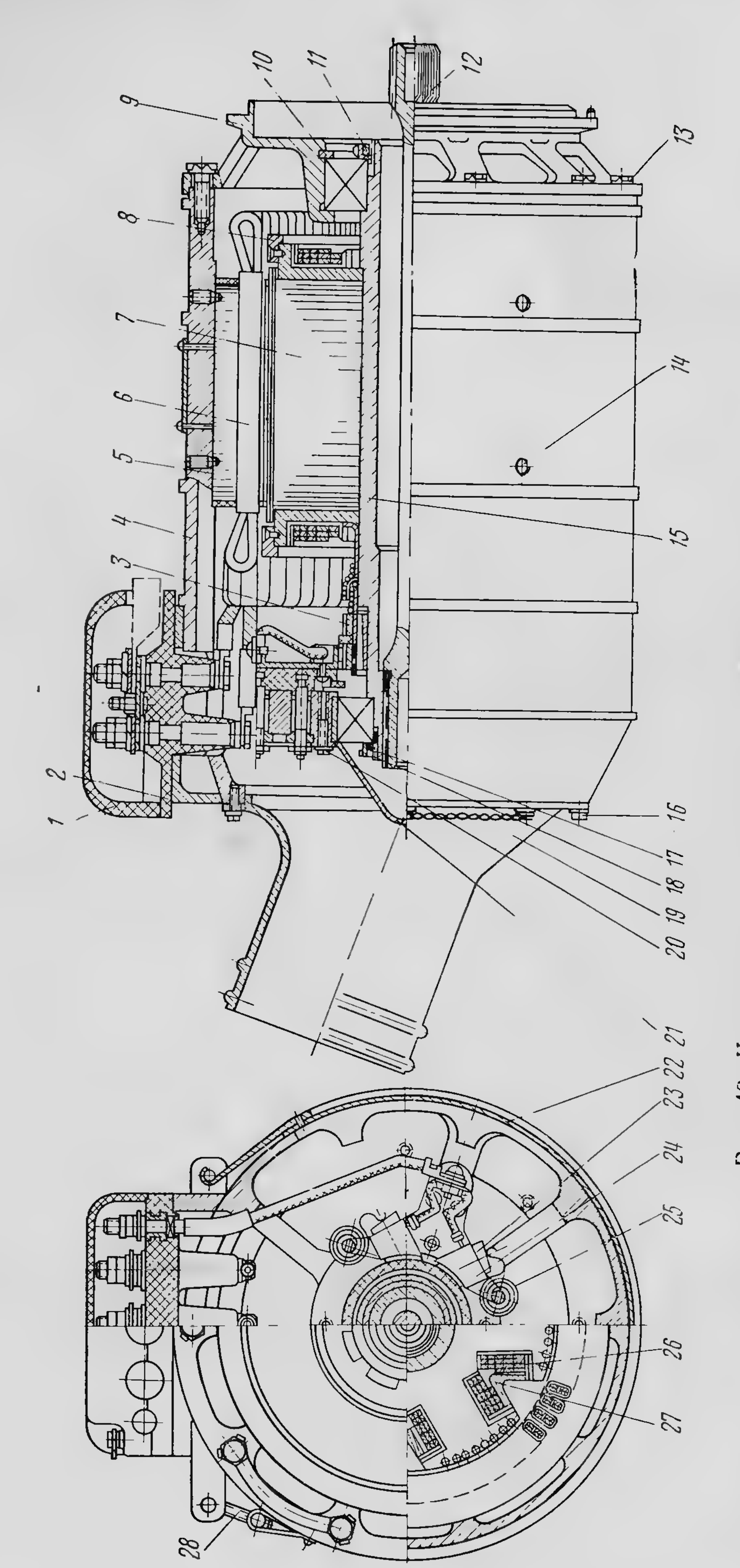
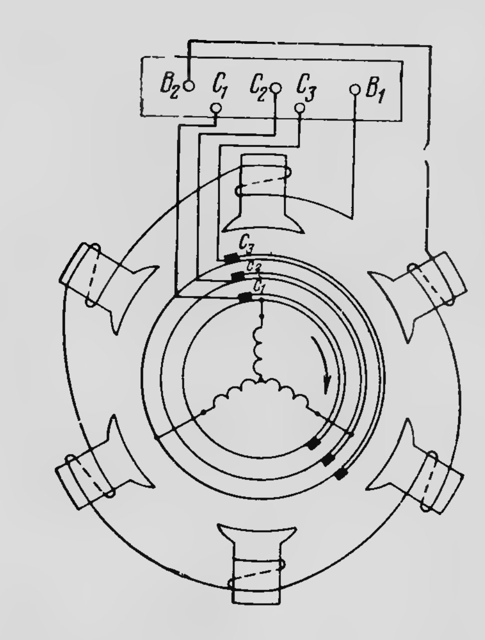


Рис. 40. Конструкция генератора ГО-16ПЧ8 (общий вид):

1 — крышка; *2* — клеммовая панель; *3* — контактные кольца; *4* — корпус; *5* — статор; *6* — трехфазная обмотка; *7* — ротор; *8* — балансировочное кольцо; *9* — щит; *10* — стопорное кольцо; *11* — гайка; *12* — гибкий вал; *13* — винт; *14* — винт; *15* — полый вал; *16* — винт; *17* — гайка; *18* — стопорное кольцо; *19* — колпак; *20* — винт; *21* — крышка; *22* — лента; *23* — щетка; *24* — щеткодержатель; *25* — спиральная пружина; *26* — обмотка возбуждения; *27* — клинья; *28* — винт

Рис. 41. Электрическая схема генератора СГО-30 2с (вид со стороны колец)



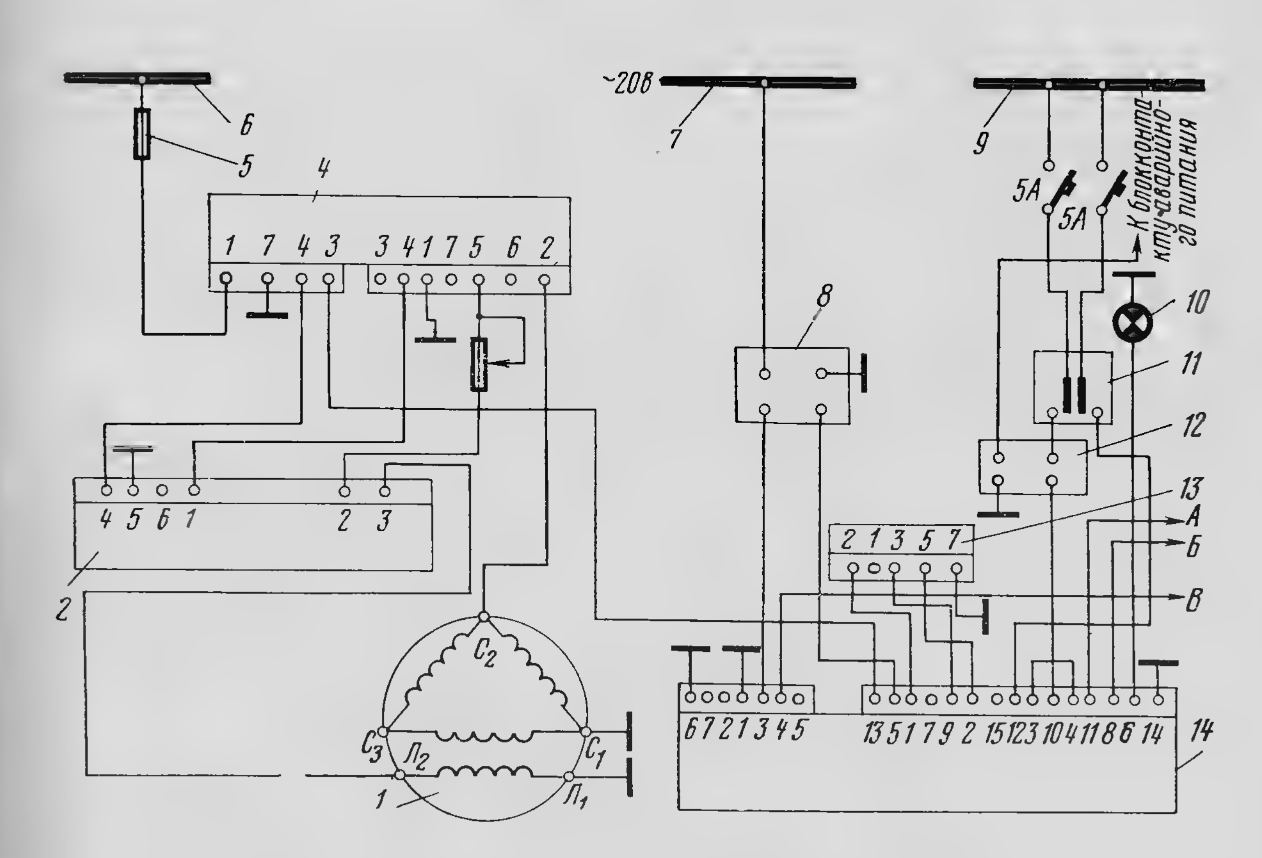


Рис. 42. Схема внешних соединений генератора СГО-30 2с:

1 — генератор СГО-30; *2* — регулятор напряжения РН-600; *3* — выносное сопротивление ВС-30Б; *4* — коробка КРН-0; *5* — предохранитель; *6* — шина постоянного тока (+); *7* — шина переменного тока; *8* — контактор КМ-200Д; *9* — панель АЗС (+); *10* — сигнальная лампочка; *11* — переключатель выбора генератора; *12* — контактор; *13* — механизм МПК-14; *14* — коробка КВП-1А;

А — к шине включения ~ 208 *в*; *Б* — к коробке КВП-1А второго генератора; *В* — к шине отключения ~ 208 *в*

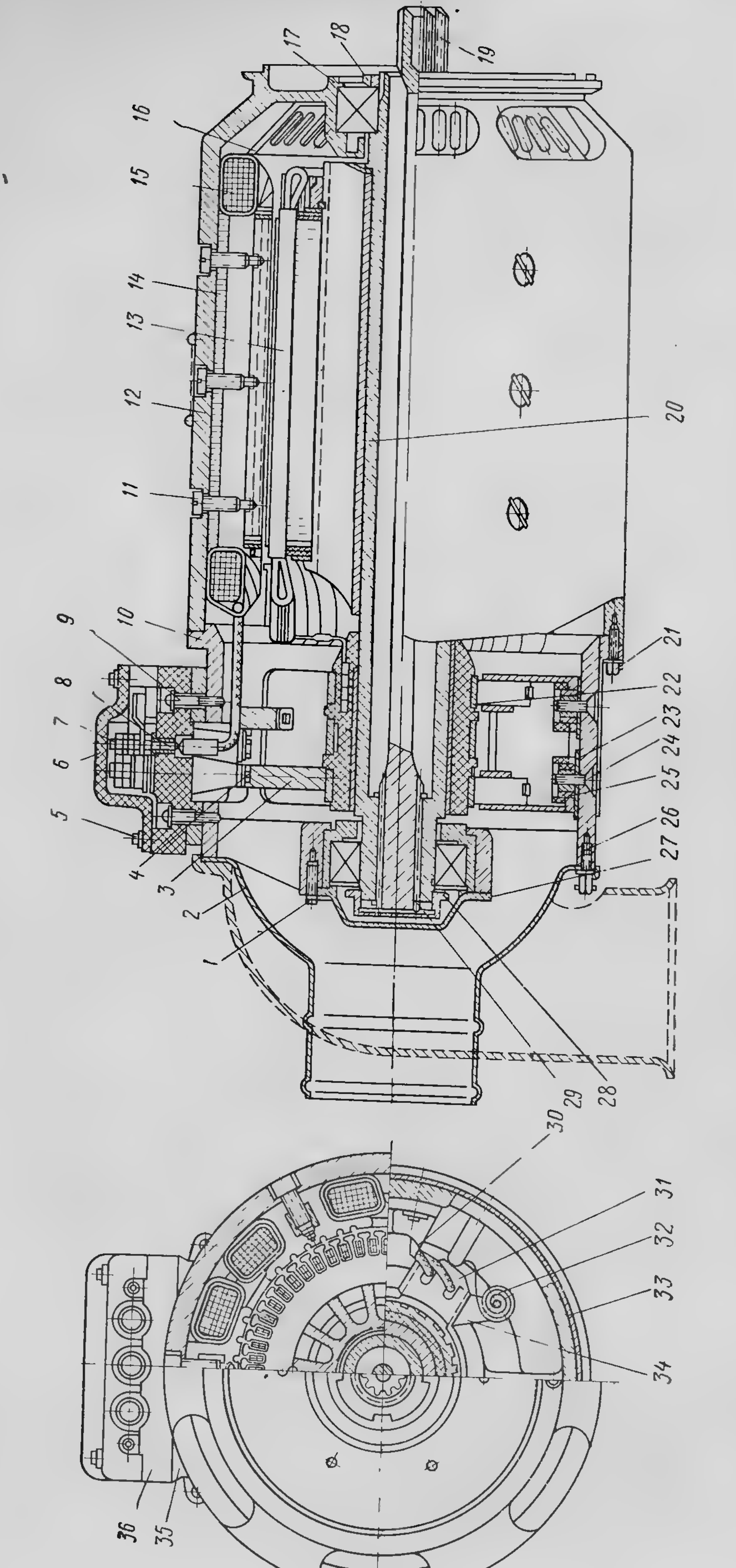


Рис. 43. Конструкция генератора СГО-30 2с (общий вид):

1 — винт; 2 — патрубок; 3 — соединительная шина; 4 — болт; 5 — винт; 6 — крышка; 7 — гайка; 8 — клемма; 9 — винт; 10 — щит; 11 — винт; 12 — корпус; 13 — якорь; 14 — полюс; 15 — катушка возбуждения; 16 — кожух; 17 — стопорное кольцо; 18 — гайка; 19 — вал гибкий; 20 — пустотелый вал; 21 — винт; 22 — контактное кольцо; 23 — изоляционная прокладка; 24 — винт; 25 — изоляционная втулка; 26 — винт; 27 — фланец; 28 — специальная гайка; 29 — кольцо стопорное; 30 — винт; 31 — щетка; 32 — спиральная пружина; 33 — защитная лента; 34 — щеткодержатель; 35 — клеммовая коробка; 36 — клеммовая панель

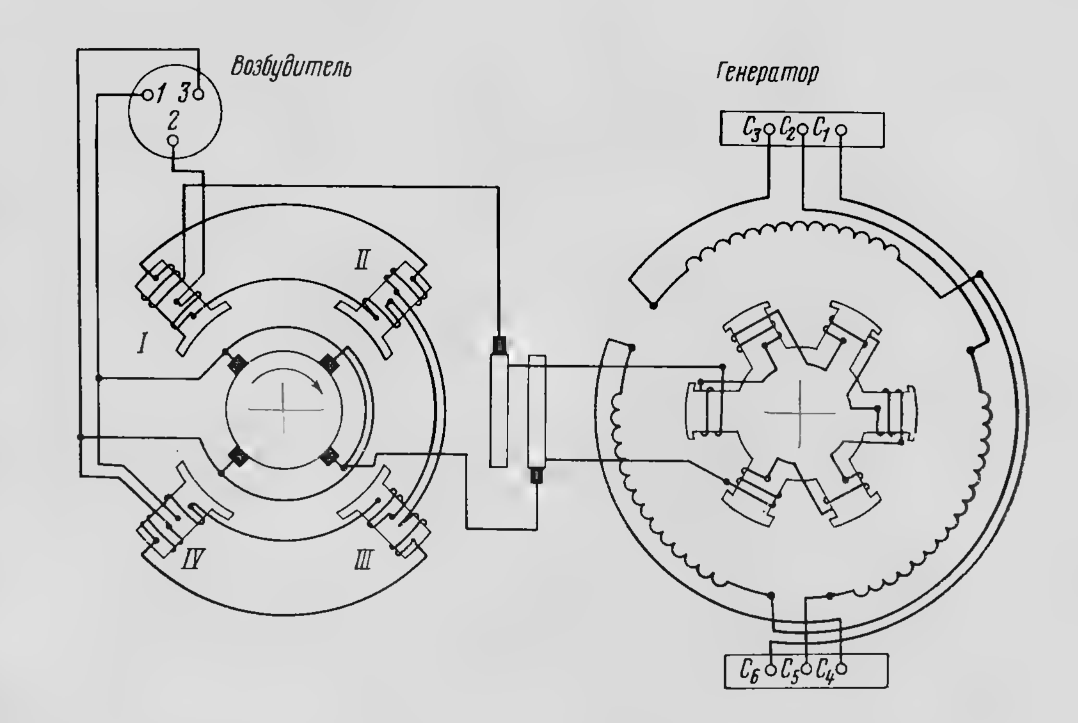


Рис. 44. Электрическая схема генератора СГС-90/360 2с

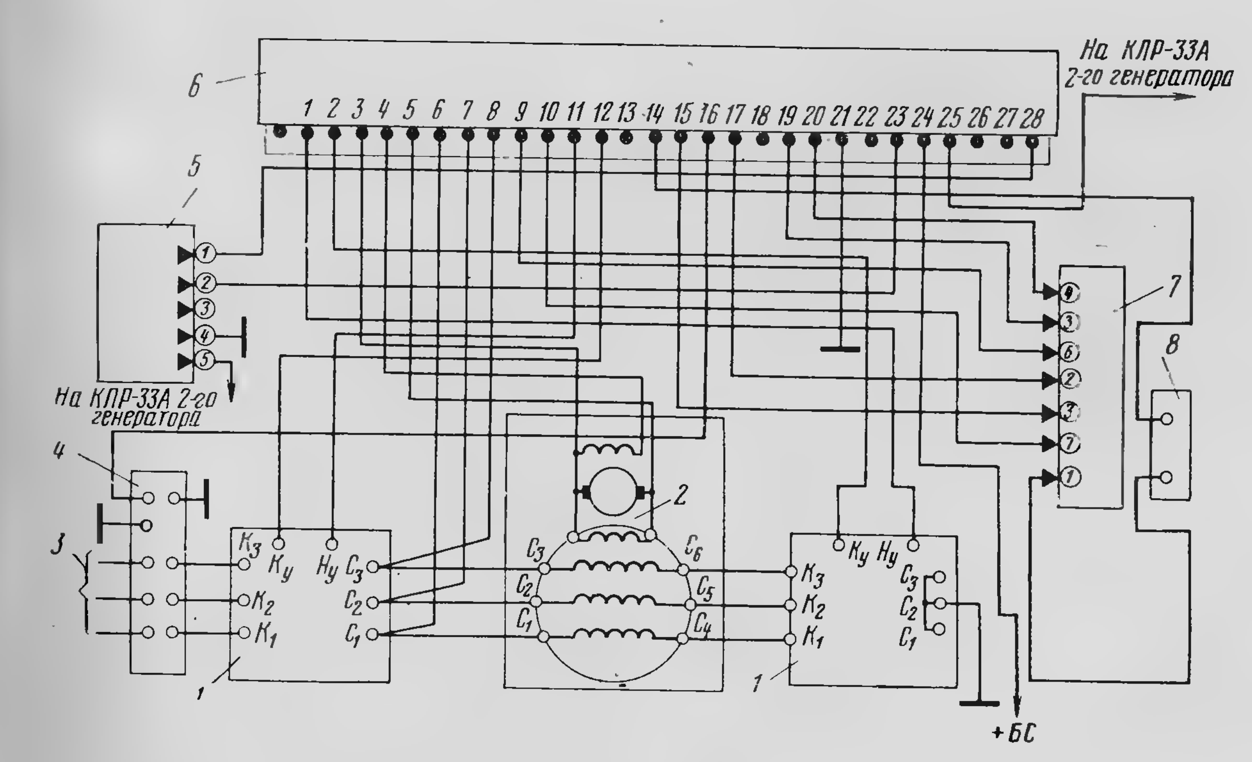


Рис. 45. Схема внешних соединений генератора СГС-90/360 2с:

1 — трансформатор ТТ-33; 2 — генератор СГС-90/360; 3 — шины; 4 — реле; 5 — коробка ПМК-14; 6 — коробка КЛР-33А; 7 — регулятор напряжения РН-60; 8 — выносное сопротивление ВС-34

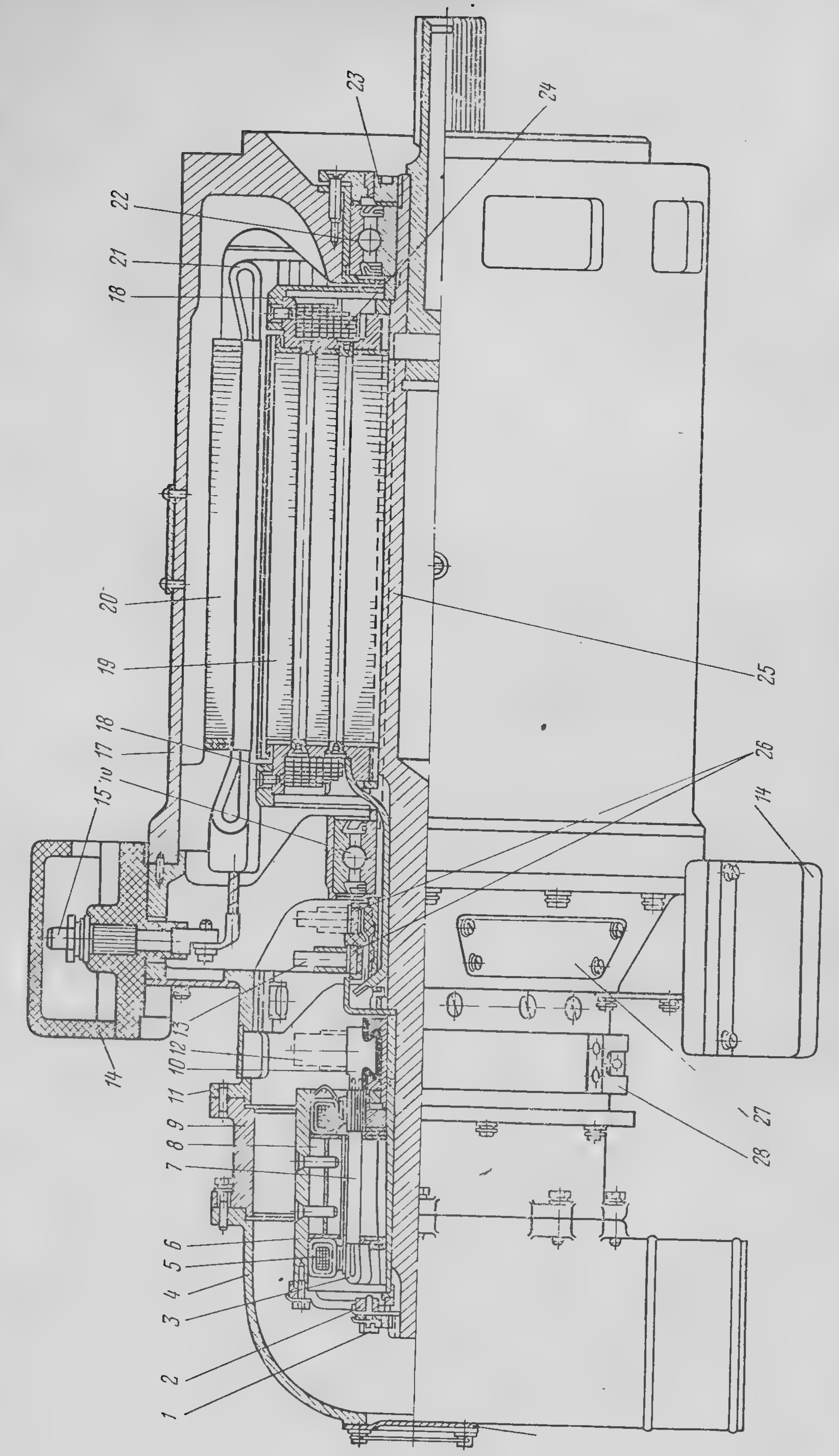


Рис. 46. Конструкция генератора СГС-90/360 2с (общий вид):

1 — гайка; 2 — фиксирующая шайба; 3 — обмотка якоря возбудителя; 4 — колпак; 5 — обмотка возбудителя; 6 — статор возбудителя; 7 — якорь возбудителя; 8 — полюс возбудителя; 9 — корпус возбудителя; 10 — коллектор возбудителя; 11 — щит; 12 — щетка возбудителя; 13 — щетка генератора; 14 — клеммовая коробка; 15 — клемма; 16 — шарикоподшипник; 17 — корпус; 18 — балансировочное кольцо; 19 — ротор; 20 — пакет статора; 21 — обмотка статора; 22 — шарикоподшипник; 23 — гайка; 24 — обмотка возбуждения; 25 — вал ротора; 26 — кольца контактные; 27 — крышка; 28 — защитная лента; 29 — крышка

Таблица 16

Основные данные обмоток катушек возбуждения и демпферной клетки генераторов серии СГО

Параметр	СГО-8	СГО-12	СГО-30
Катушка возбуждения			
Марка провода	ПЭТВП	ПЭТВП	ПЭВП
Размеры голого провода, *мм*	0,5×8,8	0,5×8,8	1,43×3,53
Размеры изолированного провода, *мм*	0,63×8,97	0,63×8,97	1,55×3,65
Число витков на полюс	30	30	52
Средняя длина витка, *м*	0,362	0,372	0,424
Общее сопротивление обмотки возбуждения при 20° С, *ом*	0,51±6%	0,55±6%	0,527±10%
Демпферная клетка			
Материал стержней	Медь	Медь	Медь
Диаметр стержня, *мм*	2,44	2,44	3,44
Число стержней на полюс	4	4	6
Материал замыкающих колец	Медь	Медь	Медь
Размер замыкающих колец, *мм*	5×6	5×6	6×4

Катушки обмотки возбуждения, привернутые совместно с полюсами к корпусу, подвергаются специальной пропитке кремний-органическим лаком К-47К, обеспечивающим их монолитность и влагостойкость.

В корпусе *11* со стороны фланца предусмотрены окна, служащие для выхода охлаждающего воздуха из генератора. Для защиты генератора от попадания в него через окна посторонних предметов последние закрыты изнутри кожухом *15* с отверстиями.

На посадочной (торцовой) поверхности фланца корпуса генератора установлен штифт для фиксации положения генератора на двигателе.

На противоположной торцовой поверхности корпуса имеется семь резьбовых отверстий для крепления щита.

Якорь с контактными кольцами. Пакет якоря набран из отдельных листов электротехнической стали и напрессован на ребристую втулку, ребристая втулка с пакетом железа напрессована на пустотелый стальной вал *32*. Пазы пакета якоря полуоткрытые, имеют прямоугольную форму. В пазах размещена трехфазная двухслойная обмотка *12*, соединенная по схеме «треугольник». Обмотка якоря выполнена из шинной меди ПЭТКСОТ (основные данные обмоток приведены в табл. 17).

Для защиты обмотки якоря от распушения на ее лобовых частях установлены бандажные кольца. Обмотка якоря пропитывается кремний-органическим лаком К-47К, что делает ее монолитной и влагостойкой.

Якорь динамически балансируется путем установки специальных винтов и балансировочных пластин. Допустимая несбалансированность якоря не более 1,5 *Г · см*.

Концы трехфазной обмотки *12* припаяны к контактным кольцам *34* температуростойким припоем (см. рис. 37). Контактные кольца опрессованы пластмассой.

Якорь вращается на шарикоподшипниках. Со стороны привода у шарикоподшипника наружная обойма закреплена в корпусе при помощи стопорного кольца *16*, на полом валу подшипник закреплен гайкой *17*. С противоположной стороны шарикоподшипник закреплен гайкой *1*. Внутри полого вала *32* при помощи шлицевого соединения эвольвентного профиля и стопорного кольца

3*

Таблица 17

Данные обмоток якорей генераторов серии СГО

Параметр	СГО-8	СГО-12	СГО-30
Род обмотки	Двухслойная шаблонированная	Двухслойная шаблонированная	Двухслойная шаблонированная
Число пазов	54	54	63
Марка провода	ПЭТКСОТ	ПЭТКСОТ	ПЭВП
Размер голого провода, *мм*	0,83×3,53	0,83×3,53	1×3,8
Размер изолированного провода, *мм*	1,06×3,71	1,06×3,71	1,1×3,9
Число эффективных проводов в пазу	4	4	4
Число параллельных проводов	—	—	2
Число сторон секций в пазу	2	2	2
Число витков в секции	2	2	1
Число витков в фазе	36	36	21
Соединение секций	Последовательное		
Шаг по пазам	1—5	1—5	1—9
Соединение фаз	Треугольник	Треугольник	Звезда
Сопротивление фазы при 20° С, *ом*	0,094±6%	0,1±6%	0,025±7%
Число контактных колец	3	3	3

35 укреплен приводной гибкий вал *31* из легированной стали, предназначенный для смягчения толчков, вызываемых резкими изменениями скорости вращения двигателя.

Гибкий вал имеет полированную поверхность и сглаженные переходы в местах изменения его диаметра по длине. Внешний (приводной) конец гибкого вала имеет шестнадцать шлицев с эвольвентным профилем и модулем 1,25 для сочленения с приводом двигателя.

Щит с узлом токосъема. Щит *9* отлит из алюминиевого сплава, крепится к корпусу болтами *33*. К щиту винтами *7* крепится клеммовая коробка *4*, к верхней части которой винтами крепится клеммовая пластмассовая панель *6* с тремя клеммами, имеющими маркировку C_1, C_2 и C_3. Клеммовая панель сверху закрывается крышкой *5*, которая винтами *8* крепится к клеммовой коробке *4*. К щиту при помощи винтов *27* и изоляционных втулок *26* крепятся щеткодержатели *23*, изолированные от щита миканитовыми прокладками *24*. Соединительные шинки *21* привернуты болтами *20* к клеммам C_1, C_2, C_3, расположенным на панели. Щеткодержатели *23* отлиты из алюминиевого сплава. На каждом щеткодержателе установлены по две щетки *28*, которые скользят по контактным кольцам. Давление на щетки осуществляется спиральными пружинами *22*. Имеющиеся в щите окна для осмотра токосъемного узла (кольца-щеткодержатели) закрываются защитной лентой *29*. Наружные поверхности щита клеммовой коробки, крышки клеммовой коробки и защитной ленты окрашены эмалью черного цвета.

Патрубок *2* выполнен из алюминиевого сплава и крепится к щиту *9* специальными пластинами при помощи винтов *36*. На патрубок надевается шланг, через который подается охлаждающий воздух. У генераторов СГО-12 патрубок прямой, генераторы СГО-12МО изготовляются без патрубка.

Генератор ГО-16ПЧ8 (см. рис. 40) конструктивно отличается от генераторов серии СГО и состоит из следующих основных узлов: корпуса с запрессованным статором и узлом токосъема, ротора с контактными кольцами, щита, колпака.

Корпус *4* генератора выполнен из алюминиевого сплава. Наружная поверхность его окрашена в черный цвет. На внутренней поверхности корпуса сделаны продольные ребра, на которых закреплен винтами статор *5*, набранный из отдельных листов электротехнической стали, склеенных между собой. Пазы

пакета статора полуоткрытые, имеют прямоугольную форму. В них размещена трехфазная двухслойная обмотка *6*. Она выполнена из прямоугольного провода ПСДКТ. Обмотка статора пропитана кремний-органическим лаком К-47. Внутри корпуса имеются шесть радиальных ребер, которые удерживают посадочное гнездо под шарикоподшипник. К двум ребрам крепятся двойные щеткодержатели *24*, отлитые из латунного сплава.

На каждом контактном кольце установлено по две щетки *23*. Нажатие на щетки осуществляется спиральными пружинами *25*. В верхней части корпуса крепится винтами клеммовая панель *2*, на которой расположены шесть клемм: C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6 и два отверстия для закрепления клемм, с которых подается питание на обмотку возбуждения, расположенную на роторе. Сверху клеммовая панель закрыта крышкой *1*.

На торце корпуса со стороны токосъемного узла имеются восемь резьбовых отверстий для крепления колпака *19*, с противоположной стороны — десять резьбовых отверстий для крепления щита *9*.

Ротор с контактными кольцами. Пакет ротора *7* набран из листов электротехнической стали и напрессован на полый стальной вал *15*.

Ротор имеет шесть явно выраженных полюсов, на которых расположена обмотка возбуждения *26* из прямоугольной меди марки ПЭТВП.

Катушки обмотки возбуждения соединены между собой последовательно, а выводные концы их припаяны температуростойким припоем к выводным концам контактных колец *3*, которые собраны на металлической втулке с помощью двух полуколец. Для защиты обмотки ротора от распушения между катушками двух соседних полюсов установлены клинья *27*. Обмотка ротора пропитана компаундом ЭК-1.

Ротор динамически балансируется путем сверления отверстий в балансировочных кольцах *8*. Допустимая несбалансированность ротора не более 1 *Г·см*. Ротор вращается на шарикоподшипниках. Со стороны привода наружная обойма шарикоподшипника закреплена в щите стопорным кольцом *10*, а на валу шарикоподшипник закреплен гайкой *11*. Со стороны контактных колец шарикоподшипник закреплен гайкой *17*.

Внутри полого вала *15* при помощи шлицевого соединения эвольвентного профиля и стопорного кольца *18* укреплен приводной гибкий вал *12* из легированной стали, имеющий полированную поверхность и сглаженные переходы в местах изменения его диаметра по длине. Внешний (приводной) конец гибкого вала имеет шестнадцать шлицев с эвольвентным профилем и модулем 1,25 для сочленения с приводом двигателя.

Щит *9* отлит из стали, крепится к корпусу *4* винтами *13*. Наружная поверхность щита, за исключением посадочных мест, покрыта черной эмалью. В щите предусмотрены окна для выхода охлаждающего воздуха. На посадочной торцовой поверхности фланца щита установлен штифт для фиксации положения генератора на двигателе.

Для крепления шарикоподшипника в щите предусмотрена канавка, в которую устанавливается стопорное кольцо *10*.

Колпак *19* выполнен из алюминиевого сплава и крепится к корпусу *4* винтами *16*. Наружная поверхность его покрыта черной эмалью, а внутренняя — лаком. На патрубок колпака надевается шланг, через который подается охлаждающий воздух. Генераторы ГО-16ПЧ8-О поставляются без колпака. На время транспортировки устанавливается технологическая заглушка.

Данные обмоток генератора ГО-16ПЧ8

Данные обмотки статора

Род обмотки	Двухслойная разрезная
Число пазов	54
Марка провода	ПСДКТ
Размер голого провода, *мм*	1,45×3,53
Размер изолированного провода, *мм*	1,7×3,8
Число эффективных проводов в пазу	4
Число сторон секций в пазу	2

Число витков в секции	2
Число витков в фазе	36
Соединение секций	Последовательное
Шаг по пазам	1—7
Сопряжение фаз	«Треугольник» («Звезда»)
Сопротивление фазы при $t=20°$ С, *ом*	0,054±6%

Данные обмотки ротора

Марка провода	ПЭТВП
Размер голого провода, *мм*	0,83×3,53
Размер изолированного провода, *мм*	0,94×3,64
Число витков на полюс	40
Сопротивление одной катушки при $t=20°$ С, *ом*	0,074±6%
Общее сопротивление обмотки возбуждения при $t=20°$ С, *ом*	0,445±6%

Демпферная клетка

Материал стержней	Медь МТ
Диаметр стержня, *мм*	2,3
Число стержней на полюс	8
Материал замыкающих колец	Медь МГМ
Размеры замыкающих колец, *мм*	6,9×5,5

Генератор переменного тока СГС-90/360 2с представляет собой трехфазную шестиполюсную синхронную машину с встроенным возбудителем постоянного тока. Габаритные и установочные размеры генератора приведены на рис. 47.

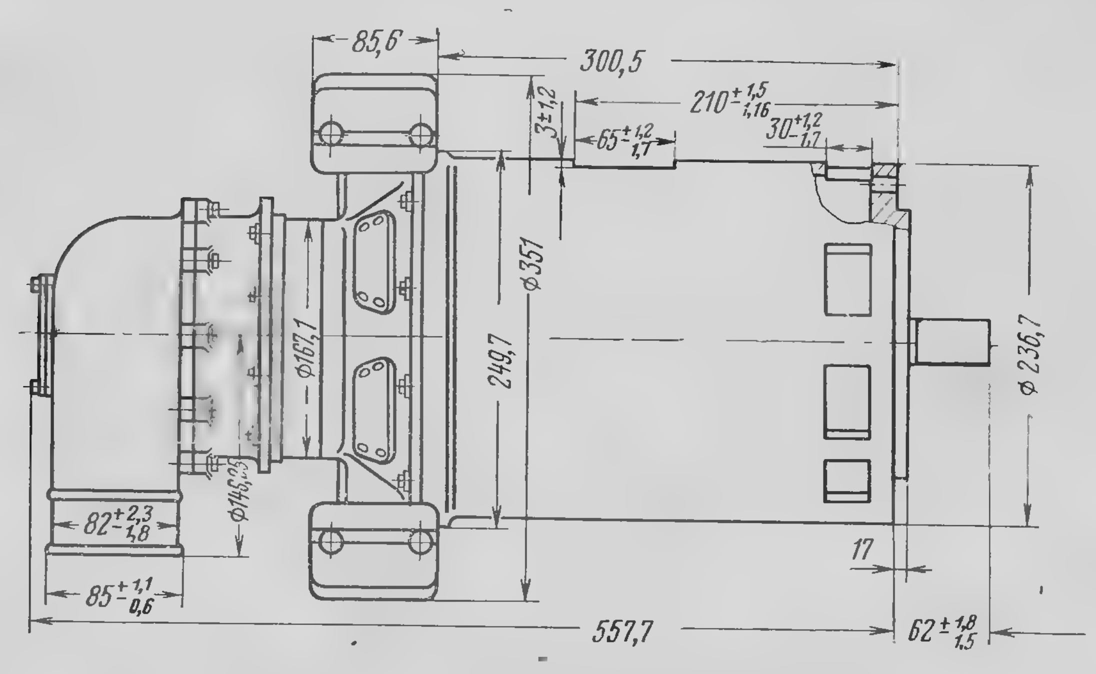


Рис. 47. Габаритные и установочные размеры генератора СГС-90/360 2с

Генератор предназначен как для одиночной, так и для параллельной работы с приводом от одного вала. Для синхронизации фаз генераторов при параллельной работе роторы и статоры фиксируются в одинаковом положении специальной шайбой *2* (см. рис. 46), которая срезается при повороте ротора после установки генератора на двигатель.

Трехфазная обмотка переменного тока расположена на статоре, обмотка возбуждения — на полюсах ротора. Подвод тока к обмотке возбуждения осуществляется через два контактных кольца и четыре щетки. Якорь *7* возбудителя, собранный на втулке, расположен на консоли вала *25* ротора. Статор *6* возбудителя с полюсами *8* расположен на щите генератора. Выводные концы возбудителя подведены к штепсельному разъему. Съем тока с коллектора возбудителя осуществляется через щетки.

Вал ротора служит для соединения генератора с приводом. В связи с тем, что вал генератора жесткий, в приводе обязательно должно быть эластичное звено амортизации.

На щите генератора укреплены две клеммовые коробки; к их клеммам подведены начала и концы фазовых обмоток статора генератора.

Данные обмоток генератора СГС-90/360

Возбудитель

Число полюсов	4
Число пазов	31
Род обмотки	Волновая
Сопротивление обмотки, *ом*	0,065±6%
Шаг по пазам	1—9
Шаг по коллектору	1—47
Размеры провода, *мм*	0,5×2,83
Марка провода	ПЭВП ВТУ МЭП 646—49
Число коллекторных пластин	93
Число пальцев суппорта	4
Число щеток	4
Марка щетки	МГС-7
Размер щетки, *мм*	7×14×25
Вес меди, *кГ*	0,27
Тип подшипника	7В3180209ЕС1
Напряжение якоря, *в*	50
Напряжение возбуждения, *в*	50
Мощность, *вт*	2000
Ток, *а*	40
Скорость вращения, *об/мин*	7500—9000
Ток возбуждения в обмотке, *а*:	
шунтовой	2,9
сериесной	40
Общее сопротивление обмотки, *ом*:	
шунтовой	8,65±6%
сериесной	0,01±7%
Вес меди в обмотке, *кГ*:	
шунтовой	0,65
сериесной	0,07

Статор

Число полюсов	6
Число пазов	81
Род обмотки	Трехфазная, секционная
Сечение провода, *мм*	1,43×3,53
Марка провода	ПЭВП ВТУ МЭП ГОСТ 646—49
Шаг по пазам	1—10
Средняя длина витка, *м*	0,6
Сопротивление обмотки одной фазы, *ом*	0,029±6%
Вес меди, *кГ*	4,1

Ротор

Напряжение якоря, *в*	360/208
Напряжение возбуждения, *в*	50
Мощность, *ква*	90
Сила тока, *а*	145
Скорость вращения, *об/мин*	7500—9000
Сечение провода в роторе, *мм*	1,16×3,05
Число пальцев суппорта	2
Число щеток на палец	2
Размер щетки, *мм*	7×14×25
Марка щетки	МГС-7
Ток возбуждения, *а*	33
Общее сопротивление обмотки, *ом*	0,85±6%
Вес меди, *кГ*	4,7

Исполнение генератора полузакрытое. Охлаждающий воздух проходит через угловой патрубок поверх статора возбудителя и щит генератора, где расположены коллектор возбудителя, кольца ротора генератора и щетки.

Из щита воздух попадает в генератор. Часть его проходит через ротор между полюсами, а другая часть идет снаружи пакета статора, выходит воздух через окна в корпусе.

Генератор состоит из корпуса *17*, ротора *19*, щита *11* и корпуса возбудителя *9*.

Корпус *17* типа «моноблок» выполнен из алюминиевого сплава АЛ-9 и имеет фланец с отверстиями под шпильки для крепления генератора. На внутренней поверхности корпуса расположены продольные ребра, которые образуют каналы для прохода охлаждающего воздуха. Внутрь корпуса запрессован пакет статора *20* с трехфазной обмоткой *21* переменного тока. В щите корпуса укреплен шарикоподшипник *22* ротора генератора.

На валу *25* ротора *19* находятся полюса с обмоткой возбуждения *24*, контактные кольца *26*, к которым подведены концы обмотки возбуждения, и якорь *7* возбудителя с обмоткой *5* и коллектором *10*.

Полюсная система генератора набрана из листовой стали и укреплена на валу с помощью двух цилиндрических шпонок. Якорь возбудителя собран на втулке и при необходимости может быть снят с вала ротора. Укреплен якорь на валу при помощи шпонки и гайки. Для облегчения процесса динамической балансировки на роторе имеются балансировочные кольца *18*.

Щит *11* выполнен литым из алюминиевого сплава. На ребрах его расположена обойма для крепления шарикоподшипника *16*. Внутри щита закреплены щеткодержатели генератора и возбудителя. Щеткодержатели изолированы от щита прокладкой и укреплены винтами с изоляционными втулками. Давление на щетки осуществляется стальными спиральными пружинами. В генераторе и возбудителе устанавливаются щетки МГС-7.

Корпус *9* возбудителя крепится к щиту *11* с помощью фланца и винтов. На внутренней поверхности корпуса имеются ребра, между которыми проходит охлаждающий воздух. Внутрь корпуса запрессовано ярмо 6 статора возбудителя. К ярму крепятся винтами четыре полюса *8*, шихтованные из листовой электротехнической стали, с обмотками *5*. Концы обмотки возбуждения выведены к штепсельному разъему, который крепится к корпусу возбудителя с помощью углового переходника. К корпусу возбудителя с помощью фланца крепится колпак *4* с патрубком для входа охлаждающего воздуха.

Генератор СГС-90/360 2с имеет ряд особенностей, к которым относятся установка его на объекте и эксплуатация, фазировка и различные исполнения системы, состоящей из двух генераторов и аппаратуры, входящей в комплект системы.

Установка и эксплуатация. Генератор крепится к приводу с помощью фланца восемью шпильками в горизонтальном положении.

В изготовленном заводом генераторе ротор зафиксирован относительно статора в определенном положении с помощью шайбы *2* (см. рис. 46), что облегчает синхронизацию фаз генератора при параллельной работе от одного вала.

В случае срыва по какой-либо причине фиксирующей шайбы фазировку генератора можно восстановить совмещением рисок, нанесенных красной эмалью на прижимном кольце и гайке *1*.

На время транспортировки ротор генератора относительно корпуса дополнительно закрепляется специальной планкой со стороны хвостовика вала.

Для обеспечения фазировки генератора без снятия колпака *4* в колпаке против торца вала ротора *25* имеется окно, закрытое крышкой *29*.

После установки параллельно работающих генераторов на вертолете шайба *2* должна быть срезана путем поворота ротора.

В случае снятия с привода одного из параллельно работающих генераторов (для замены новым, для проведения доработок или других целей) необходимо перед установкой синфазировать оба генератора, для чего второй генератор также снимается с привода. Синфазировка производится в соответствии с приведенными ниже указаниями. К сети генератор присоединяется через клеммы, выведенные на клеммовые колодки. Соединение фаз в «звезду» осуществляется с помощью перемычки на клеммовой колодке или вне генератора согласно принципиальной схеме защиты и регулирования.

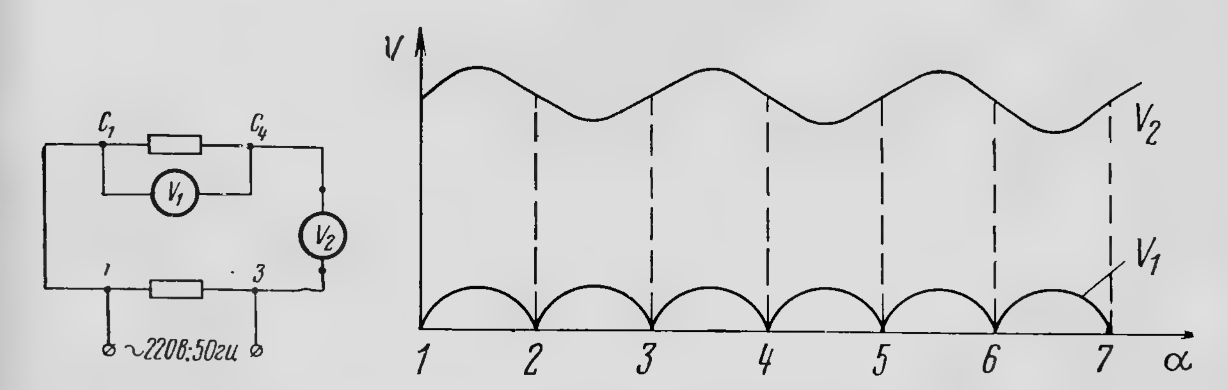


Рис. 48. Схема фазировки генераторов СГС-90/360 2с

Рис. 49. Схема показаний двух вольтметров в процессе фазировки генераторов СГС-90/360 2с

Фазировка генератора СГС-90/360 2с. Фазируемый генератор располагается так, чтобы его ротор можно было легко вращать рукой. Затем снимается защитная лента и поднимаются две лежащие друг против друга щетки возбудителя (плюсовые или минусовые), снимаются крышки клеммовых колодок и колпак.

С выступающего конца вала отвинчивается гайка, отвертываются 9 болтов на фланце и удаляются обе части разрезанной фиксирующей шайбы. Вместо нее надевается новая фиксирующая шайба (ее усики входят в пазы на выступающем конце вала ротора). Собирается схема, приведенная на рис. 48.

Ротор генератора приводится во вращение рукой. При этом показания вольтметров V_1 и V_2 будут меняться, как показано на рис. 49.

Генератор считается сфазированным, если ротор его будет приведен в такое положение, когда напряжение V_1 равно нулю, а напряжение V_2 растет при вращении ротора против часовой стрелки, если смотреть со стороны привода.

Если при этом окажется, что дугообразные прорези в фиксирующей шайбе не лежат против отверстий под винты, следует снять фиксирующую шайбу и вновь надеть, повернув ее другой стороной.

После того, как фиксирующая шайба надета так, что при сфазированном генераторе ее прорези лежат против отверстий под винты, надевается контрящая шайба (ее направляющий выступ выходит в один из трех пазов вала ротора). Контрящая шайба возможно плотнее прижимается гайкой, которая надевается скошенной стороной к генератору. Усы контрящей шайбы отгибаются к гайке, один из них входит в паз гайки. Вновь производится фазировка. После выбора положения ротора следует в трех местах отогнуть фиксирующую шайбу к фланцу и поставить прижимное кольцо, закрепив им фиксирующую шайбу. По окон-

Таблица 18

Технические данные генераторов переменного тока

Тип генератора	Линейное напряжение, *в*	Ток нагрузки, *а*	Мощность длительная, *ква*	Скорость вращения, *об/мин*	Частота, *гц*	Коэффициент мощности	Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения при симметричной нагрузке, %	Ток возбуждения, *а*	Ток возбуждения при холостом ходе, номинальном напряжении и максимальной скорости вращения, *а*	Вес генератора, *кГ*
СГО-8	115	4	8	4000—9000	400—900	0,85	7	28	4,5	31
СГО-12	120	71 (при 3800 *об/мин*); 100 (при 4200 *об/мин*)	12 (при 4200 *об/мин*)	3800—9100	380—910	0,8	7	28,5	4,2	33,2
ГО-16ПЧ8	120	133	16 (одной фазы)	7920—8080	396—404	0,85	5	25	7	27,5
СГО-30 2с	208	144	30	7800—8570	390—428	0,9	10	29	7,5	39,8
СГС-90/360 2с	360	120 (при 75 *ква*; 145 при 90 *ква*)	75	7500—9000	400 (при 8000 *об/мин*)	0,9	Нет св.	Нет св.	Нет св.	Нет св.

Примечание. Напряжение возбуждения постоянного тока для генераторов, приведенных в данной таблице, 26—30 *в*. В аварийных случаях возбуждение генераторов осуществляется от аккумуляторных батарей при напряжении 22—24 *в*, при этом генераторы должны обеспечивать нагрузку, равную примерно 30% от номинальной мощности. В аварийных случаях от генераторов можно получить полную мощность при скорости вращения, превышающей минимальное число оборотов в минуту, указанное в таблице.

Генераторы серий СГО и ГО обеспечивают устойчивую работу при вибрациях двигателя, а СГС — при вибрациях главного редуктора вертолета и при ударных нагрузках до 6 *g* с частотой 40—80 ударов в минуту.

Таблица 19

Технические данные генераторов переменного тока

Тип генератора	Схема соединений обмотки ротора	Количество полюсов обмотки возбуждения	Допустимая температура окружающего воздуха, °С		Напор охлаждающего воздуха у входного патрубка генератора		Высота над уровнем моря, *м*, до которой обеспечивается продолжительный режим работы генератора
			минимальная	максимальная	не менее *мм вод. ст.*	при температуре продуваемого воздуха выше, °С	
СГО-8	Треугольник	12	—60	80	300	+20	19
СГО-12	То же	12	—60	60	400	+60	20
ГО-16ПЧ8	Звезда (треугольник)	6	—60	60	300	+45	12
СГО-30 2с	Звезда	6	—60	60	400	25	15
СГС-90/360 2с	Звезда	6	—60	80	59	+10	6

Примечание. Допускаемая относительная влажность окружающего воздуха 98% при $t=20\pm5°$ (СГО, СГС) и $t°=40\pm2°$ (ГО).

Таблица 20

Технические данные щеток и шарикоподшипников генераторов переменного тока серий СГО и ГО

Тип генератора	Щетки				Тип шарикоподшипника		Смазка
	Марка	Количество, шт.	Размеры, *мм*	Давление пружин на щетки, *Г*	со стороны привода	со стороны колец	
СГО-8	МГС-7	6	10×20×25	750—950	7ВП180506Т2С4 или ВП180506С2 (закрытый)	7ВП180506Т2С4 или ВП180506С2 (закрытый)	ЦИАТИМ-221С
СГО-12	МГС-7	6	10×20×23,7	900—1100	7В180506Е8Т2С4 (закрытый)	7В180506Е8Т2С4 (закрытый)	ЦИАТИМ-221С
ГО-16ПЧ8	МГС-7	4	7×14×23,0	550—650	7ВП180508Е1С1 (закрытый)	В180506Е8Т2С1 (закрытый)	ЦИАТИМ-221С
СГО-30 2с	МГС-7	6	12,5×25×25	1350—1500	7ВП160508Е1 (с одной защитной шайбой)	7В160506ЕТ2 (с одной защитной шайбой)	ОКБ-122-7

чании всех этих операций следует убедиться, что положение ротора относительно статора не изменилось, а напряжение $U=0$, в этом случае можно считать фазировку законченной. Затем отпускают поднятые щетки, надевают колпак, защитную ленту, закрывают клеммовую колодку.

Для повышения точности фазировки генератора необходимо применять электронный осциллограф типа С-1-5 или ему подобный, который подключается к клеммам C_1 и C_4. Генератор считается сфазированным, если синусоида на экране осциллографа при регулировке будет иметь минимальную амплитуду.

Технические данные генераторов переменного тока приведены в табл. 18, 19, а технические данные щеток и подшипников — в табл. 20.

Во время эксплуатации следует периодически проверять состояние контактных колец, коллектора и щеток. Нагар с контактных колец и коллектора можно удалить тряпкой, слегка смоченной бензином. Если нагар не снимается тряпкой, то кольца и коллектор протереть шкуркой зернистостью 5 или 6 (ГОСТ 6456—68).

Возможные неисправности генераторов переменного тока и способы их устранения

Прежде чем выносить окончательное заключение о дефектах генератора, необходимо убедиться в исправности приборов и схемы, а также регулятора напряжения и аппаратуры, работающей в комплекте с генератором. Если генератор не дает напряжения, то, не снимая его с двигателя, следует проверить, не залит ли он маслом от двигателя, а также убедиться в исправности контактных соединений. Перечень возможных неисправностей, которые могут выявиться в процессе эксплуатации генераторов, и способы их устранения приведены в табл. 21.

Таблица 21

Возможные неисправности генераторов переменного тока и способы их устранения

Неисправность	Причина	Признак	Способы устранения
На клеммах генератора отсутствует напряжение	Щетки не касаются колец	Заклинивание щеток в гнездах щеткодержателей	Вынуть щетки из гнезд щеткодержателей, слегка зачистить боковые поверхности щеток шкуркой шлифовальной с абразивным слоем из стекла зернистостью 6 или 5 (ГОСТ 6456—68), чтобы они свободно входили в гнезда; проверить давление пружин
	Обрыв в обмотке возбуждения *	При проверке тестером сопротивление между клеммами U_1 и U_2 равно ∞	Генератор с двигателя снять и направить в ремонт. Заменить корпус или сменить катушки возбуждения. Вновь установленные катушки подлежат пропитке совместно с корпусом кремнийорганическим лаком К-47К

* К генератору ГО-16ПЧ8 не относится.

Неисправность	Причина	Признак	Способы устранения
На генераторе нет полного напряжения или при нагрузке оно падает	Короткое замыкание обмотки возбуждения *	При проверке тестером сопротивление между клеммами U_1 и U_2 равно нулю	Обнаружить место короткого замыкания и устранить неисправность на месте. Если этого нельзя сделать, генератор направить в ремонт
	Частичная закороченность обмотки возбуждения *	Сопротивление обмотки возбуждения, замеренное между клеммами U_1 и U_2, менее 0,517=0,583 *ом* (проверять мостиком)	Сменить катушку возбуждения или корпус вместе с катушками
	Короткое замыкание или обрыв обмотки якоря *	При работе генератора наблюдается неодинаковое напряжение в фазах	Заменить якорь
	Частичный обрыв обмотки возбуждения (обрыв одной или нескольких катушек обмотки ротора) **	Сопротивление обмотки возбуждения, замеренное между клеммами U_1 и U_2, более 0,418—0,472 *ом* (проверяется мостиком)	Заменить ротор
	Короткое замыкание или обрыв обмотки статора **	При работе генератора наблюдается неодинаковое напряжение в фазах	Заменить корпус
Искрение щеток	Щетки плохо пришлифованы к кольцам.	Рабочая поверхность щетки имеет непришлифованные (неблестящие) участки, составляющие более 30% рабочей поверхности	Притереть и пришлифовать щетки
	Щетки неплотно прилегают к кольцам	Щетки с трудом вынимаются из гнезд щеткодержателей и имеют на боковых поверхностях натертые блестящие участки	Вынуть щетки из гнезд щеткодержателей, слегка зачистить боковые поверхности щеток шкуркой шлифовальной с абразивным слоем из стекла зернистостью 6 или 5 (ГОСТ 6456—68), чтобы они свободно входили в гнезда, проверить давление пружин

* К генератору ГО-16ПЧ8 не относится.
** Относится только к генератору ГО-16ПЧ8.

Неисправность	Причина	Признак	Способы устранения
	Загрязнение колец	Черный налет на поверхности колец или их подгорание	Протереть кольца чистой тряпкой, смоченной в бензине. Если загрязнение тряпкой не снимается, очистить кольца шлифовальной шкуркой с абразивным слоем из стекла зернистостью 6 или 5 при вращении генератора на малых оборотах. Щетки при этом должны быть приподняты
	Большое биение колец	Биение колец более 0,02 *мм* (для генераторов ГО-16ПЧ8 — более 0,015 *мм*)	Заменить якорь или проточить кольца
В генератор проходит масло из редуктора (привода)	Неисправность маслозащитного устройства редуктора	Следы масла на поверхности колец, повышенное искрение	Устранить неисправность в маслозащитном устройстве редуктора. Генератор разобрать, промыть в чистом бензине и просушить

Генераторы, имеющие неисправности, устранение которых связано с разборкой (проточка колец, замена якоря, катушек, корпуса с катушками), а также генераторы, выработавшие свой технический ресурс, подлежат отправке на ремонтные предприятия. Остальные неисправности, указанные в табл. 21, могут быть устранены на месте.

Консервация и хранение генераторов

Собранные генераторы перед упаковкой подвергаются консервации. Консервация заключается в покрытии предохранительной смазкой наружных, не зачищенных от коррозии, стальных деталей (не имеющих лакокрасочных или гальванических покрытий), а также деталей, подвергающихся раскерновке. В качестве смазки следует применять технический вазелин (ГОСТ 782—59), а для генераторов СГС-90/360 2с — пушечную смазку (ГОСТ 3005—51).

Консервации предохранительной смазкой подлежат: хвостовик гибкого вала, головки винтов и болтов, наружные поверхности фланца.

Штепсельный разъем генератора СГС-90/360 2с пакетировать парафинированной бумагой.

Детали перед консервацией предварительно очищают от загрязнений и обезжиривают путем протирки тряпкой, смоченной бензином. Затем детали просушивают сухим сжатым воздухом или протирают сухими чистыми тряпками.

Перед консервацией смазку подогревают до 70—80° С. Наносить ее нужно кистью сплошным ровным слоем. При обнаружении следов коррозии их необходимо удалить шлифовальной шкуркой с абразивным слоем из стекла зернистостью 5 или 6 (ГОСТ 6456—68), смоченной в масле с последующей заполировкой пастой ГОИ. Генераторы должны храниться в законсервированном виде на стеллажах без упаковки в чистом, сухом, вентилируемом помещении. Резкие колебания температуры не допускаются. В помещение не должны проникать газы, способные вызвать коррозию (дым, газы химикатов, окиси серы, аммиак, хлор и т. п.). Запрещается хранить совместно с генераторами химические реактивы и легковоспламеняющиеся вещества (кислоты, соли, щелочи, заряженные аккумуляторы и т. д.).

Ящики с генераторами, поступающие на склад потребителя, запрещается хранить под открытым небом. Вскрывать ящики разрешается только в закрытом складском помещении. Запотевшие детали генераторов нужно немедленно протереть чистой сухой тряпкой. Пол в складе должен быть деревянным, ксилолитовым или плиточным. Расстояние от полок стеллажей до стены должно быть не менее 40 *см*. При длительном хранении через каждые 6 месяцев генераторы необходимо осматривать и, по мере необходимости, возобновлять консервирующую смазку, делая соответствующие отметки в паспорте.

При расконсервации генераторов смазку следует удалять тряпкой, смоченной бензином. После этого очищенное место необходимо протереть до полного удаления бензина.

ТУРБОГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ ТГ-16 И ТГ-16М

Турбогенераторная установка ТГ-16 предназначена для автономного, не зависимого от средств аэродромного питания, запуска двигателей в наземных условиях при высоте местности не более 1000—1500 *м* над уровнем моря. При необходимости установка может быть использована и для питания бортовой сети самолета при номинальном напряжении 28,5 *в* и силе тока до 600 *а* (при нагрузке не более 18 *квт* время непрерывной работы не более 25 *мин*, перерыв 15 *мин* — в зависимости от температуры окружающего воздуха).

Расположена установка на большинстве объектов в заднем грузовом отсеке. Ниже дано описание для такого варианта расположения установки. Забор воздуха для установки производится через жабры в крышке хвостового люка фюзеляжа и через окно в стенке шпангоута, закрываемое жалюзи. Жалюзи открываются электромеханизмом МЗК-2 при запуске от ТГ-16 и автоматически закрываются при срабатывании сигнализаторов типа ССП-2А. Для повышения противопожарной безопасности установка закрыта специальным капотом из листового титана.

Управление и контрольные приборы за установкой находятся на щитках панелей объекта. На объекте расположен указатель топливомера КЭС-2007 для замера количества топлива в топливном баке установки.

В установку ТГ-16 входят: газотурбинный двигатель ГТД-16 с системами, обеспечивающими его запуск и работу; редуктор с вентилятором для обдува генератора, генератор постоянного тока ГС-24А. При запуске установки ТГ-16 питание ее осуществляется от трех аккумуляторных батарей 12САМ-28. Максимальная выходная мощность на клеммах генератора ГС-24А в диапазоне рабочих оборотов 59—60 *квт*. Но в процессе эксплуатации допускаются, ввиду ступенчатой загрузки, кратковременные пусковые перегрузки ТГ-16 до 60—82 *квт* со спадом мощности в течение не более 6 *сек*.

Сухой вес установки ТГ-16 не более 160 *кГ* (без веса контрольно-измерительных приборов и аппаратуры).

Работа установки. Установка оборудована системой автоматического запуска. Запуск осуществляется с помощью генератора ГС-24А, работающего в стартерном режиме с коробкой ПТ-16А от сети постоянного тока с напряжением 27 *в*. В системе запуска предусмотрена холодная прокрутка установки от стартера. Рабочие обороты установки автоматически поддерживаются с помощью насоса-регулятора ТНР-3РА, число максимальных оборотов ограничивается центробежным датчиком ЦД-3А-40.

Воздух из атмосферы через предохранительную сетку поступает в направляющий входной патрубок и далее в компрессор. Односторонняя крыльчатка компрессора полузакрытого типа сжимает воздух и отбрасывает его в лопаточный диффузор, где давление воздуха повышается за счет уменьшения скорости. Далее сжатый воздух поступает в вихревую камеру сгорания, куда через пять рабочих форсунок и две форсунки воспламенителя подается топливо. Непосредственно в горении участвует $1/4$ часть воздуха, остальная часть идет на охлаждение газа до рабочей температуры лопаток турбины. Горячий газ из камеры сгорания поступает в сопловой аппарат и дальше на рабочие лопатки одноступенчатой

газовой турбины, где кинетическая энергия газа преобразуется в механическую. Большая часть мощности расходуется на вращение компрессора двигателя, агрегатов и редуктора, а избыточная мощность — на вращение генератора. Отработавший газ через выхлопной патрубок выбрасывается в атмосферу.

Редуктор простой схемы приводит во вращение генератор ГС-24А, топливный насос-регулятор ТНР-3РА, маслонасос, датчик тахометра ДТ-1М и центробежный датчик ЦД-3А-40. В регуляторе имеется вентилятор. Воздух из атмосферы через пять щелей входного патрубка, закрытых предохранительной сеткой, идет к крыльчатке вентилятора, собирается в улитке и по внешней трубе подводится для охлаждения к генератору. Кинематическая схема установки ТГ-16 показана на рис. 50.

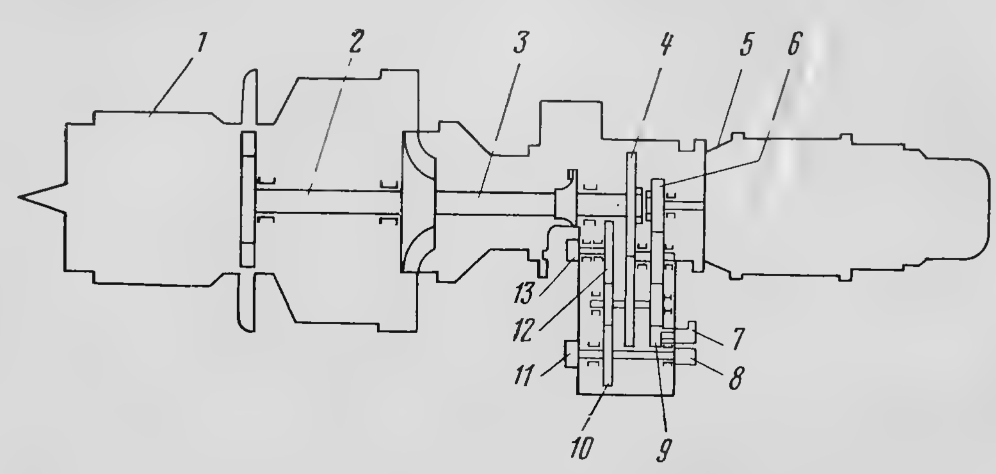


Рис. 50. Кинематическая схема турбогенераторной установки ТГ-16:
1 — газотурбинный двигатель; *2* — ротор двигателя; *3* — ведущий вал редуктора; *4* — ведущая шестерня; *5* — генератор ГС-24А; *6* — шестерня привода генератора; *7* — датчик тахометра; *8* — ограничитель максимального числа оборотов; *9* — шестерня привода датчика тахометра; *10* — шестерня привода насоса-регулятора ТНР-3РА; *11* — насос ТНР-3РА; *12* — шестерня привода маслоагрегата; *13* — маслоагрегат

Основные характеристики газотурбинного двигателя ГТД-16. Направление вращения ротора правое, если смотреть со стороны выхлопного патрубка.

Диапазон рабочих оборотов 31 000—33 500 в минуту, при пиковых нагрузках допускается уменьшение оборотов двигателя до 29 000 в минуту. При эксплуатации возможно снижение оборотов до 30 500 в минуту.

Температура воздуха, при которой обеспечивается нормальный запуск двигателя, —20, +60° С. Если запуск производится при температуре от —25° С до —60° С, ТГ-16 необходимо подогреть согласно инструкции по эксплуатации.

Время выхода двигателя на рабочие обороты не более 28 *сек*.

Режим работы: продолжительность одного этапа 12 *мин*; допускается продолжительность этапа и 15 *мин*, но число таких этапов не должно превышать 10% от общего количества этапов; количество запусков двигателя за один этап — 6; продолжительность одного запуска не более 70 *сек*; перерыв между этапами — 15 *мин*; перерыв после каждых двух этапов — до полного охлаждения.

Газотурбинный двигатель ГТД-16 состоит из следующих основных частей: центробежного компрессора с односторонним входом воздуха, кольцевой камеры сгорания, одноступенчатой турбины, выхлопного патрубка и вспомогательного оборудования.

Передаточные числа и направление вращения агрегатов ТГ-16 приведены в табл. 22.

Топливная система установки. Сорт применяемого топлива — согласно инструкции по эксплуатации, емкость топливного бака — 50 *л*, расход топлива в режиме запуска двигателя не более 115 *кг/ч*, выброс топлива в дренаж ТНР-3РА не более 1,6 *л* за 12 *мин*, давление топлива перед рабочими форсунками до 22 *кГ/см*².

Топливный насос-регулятор ТНР-3РА. Максимальное число оборотов привода — 4800 в минуту, давление топлива на входе в насос 0,06—0,2 *кГ/см*², давление масла на входе в регулятор 4,0—5,5 *кГ/см*², сухой вес насоса 3,7 *кГ*.

Центробежный датчик ЦД-3А-40 срабатывает при 34 800±±100 *об/мин* и подает импульс на закрытие электромагнитного крана, уменьшая подачу топлива в камеру сгорания двигателя. Он имеет винт для регулировки оборотов.

Масляная система. Сорт масла согласно инструкции по эксплуатации, расход масла — не более 1,2 *кГ/ч*, давление масла — 5±0,5 *кГ/см*², емкость маслобака — 3,5 *л*.

Электрооборудование газотурбинной установки ТГ-16 предназначено для выполнения следующих операций: запуск установки, холодной прокрутки, прекращения запуска, кратковременного питания бортовой сети самолета, бортового запуска двигателей самолета.

В систему электрооборудования установки ТГ-16 входят следующие агрегаты: генератор постоянного тока ГС-24А, две пусковые низковольтные катушки зажигания КПН-4Л, две свечи СПН-4-3 поверхностного разряда, три топливных электромагнитных крана, центробежный датчик ЦД-3А-40, масляный контактор. Кроме того, в электросистеме установки используется самолетная пусковая регулирующая аппаратура: пусковая коробка ПРК-8А, панель автомата времени АПД-75А, автоматическая панель запуска ПТ-16А, регулятор напряжения РН-180 2с, комплексный аппарат ДМР-600Т.

Таблица 22

Передаточные числа и направление вращения агрегатов ТГ-16

Агрегаты	Передаточное число	Направление вращения со стороны хвостовика агрегата
Генератор ГС-24А	0,194	Левое
Маслонасос	0,139	То же
Насос-регулятор ТНР-3РА	0,139	»
Ограничитель максимального числа оборотов ЦД-3А-40	0,139	Правое
Датчик тахометра ДТ-1М	0,162	То же

Генератор постоянного тока ГС-24А (рис. 51) устанавливается на редукторе газотурбинного двигателя ГТД-16 турбогенераторной установки ТГ-16 и предназначен для работы в стартерном режиме при запуске или прокрутке газотурбинного двигателя ГТД-16, для питания бортовой сети при подготовке объекта, для питания стартер-генераторов при запуске двигателей, а также в качестве источника аварийного питания.

Направление вращения генератора левое, если смотреть со стороны привода. Генератор обеспечивает нормальную работу в комплекте с пускорегулирующей коробкой ПРК-8А и регулятором напряжения РН-180 2с.

Основные технические данные ГС-24А. При питании бортсети: напряжение 28,5 *в*; ток 600 *а*; мощность, отдаваемая при напряжении 30 *в*, — 18 *квт*; скорость вращения 6500±500 *об/мин*.

Режим работы: 1,5 *ч* непрерывно (по ТУ на установку ТГ-16 — 1 *ч* непрерывной работы с нагрузкой не более 18 *квт* с последующим запуском шести двигателей). После полного охлаждения разрешается повторная работа для питания бортсети или запуска двигателя.

При питании стартер-генераторов: напряжение 20—60 *в*; ток 1000 *а*.

Режим работы: 8 включений по 70 *сек* каждое, с перерывом между ними 2 *мин* или 6 включений по 70 *сек*, причем из них первых 4 включения с перерывами по 15 *сек* и 2 последних включения с перерывами по 2 *мин*.

Допустимые нагрузки генератора ГС-24А, кратковременные и пиковые перегрузки приведены в табл. 23, 24 и 25.

Конструкция. Генератор ГС-24А представляет собой шестиполюсную электрическую машину, (см. рис. 51). Корпус *8* выполнен из электротехнической стали. К корпусу привертываются винтами основные *9* и дополнительные *4* полюсы. Основные полюсы — шихтованные из электротехнической стали, дополнительные — целые, выполненные из низкоуглеродистой стали.

На основные полюсы устанавливаются катушки шунтовой обмотки возбуждения. В пазы основных полюсов заложена компенсационная обмотка. Обмотка *3* дополнительных полюсов выполнена из медной проволоки прямоугольного сечения. Данные обмотки приведены в табл. 26.

Соединение катушек выполнено в соответствии со схемой (см. рис. 7). Щит *10* со стороны коллектора изготовлен из алюминиевого сплава и крепится к корпусу винтами.

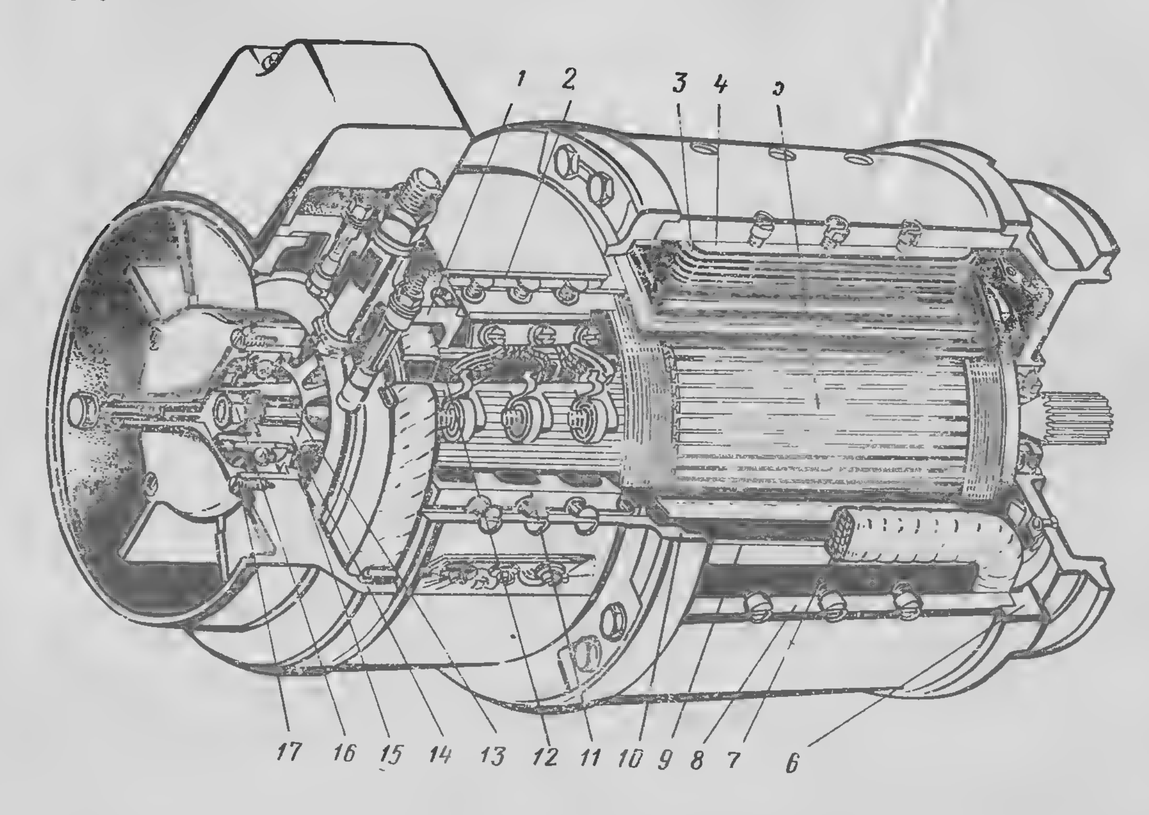


Рис. 51. Конструкция генератора ГС-24А:

1 — панель; *2* — защитная лента; *3* — обмотка дополнительного полюса; *4* — дополнительный полюс; *5* — якорь; *6* — передний щит; *7* — обмотка возбуждения основного полюса; *8* — корпус; *9* — основной полюс; *10* — щит; *11* — щеткодержатель; *12* — щетка; *13* — вал гибкий; *14* — пустотелый вал; *15* — ступица; *16* — гайка; *17* — крыльчатка

Таблица 23

Допустимые нагрузки генератора ГС-24А

Режим работы	Номер ступени					
	1	2	3	4	5	6
Время с начала включения нагрузки, *сек*	0—4	4—9	9—15	15—20	20—25	25—70
Напряжение на клеммах генератора, *в*	20—25	20—26	29—36	39—47	43—51	51—60
Ток нагрузки, *а*	400±50	1350±100	1250±100	1050±100	1025±75	1000±50

Таблица 24

Допустимые кратковременные перегрузки генератора ГС-24А

Режим работы	Номер ступени				
	2	3	4	5	6
Включение пиковой перегрузки	В начале каждой ступени				
Сопротивление, эквивалентное внешней цепи, *ом*	0,012	0,019	0,027	0,033	0,013
Ток пиковой перегрузки, *а*	1400—2100	1400—1750	1300—1600	1200—1500	1100—1300
Длительность перегрузки, *сек*	0,3—0,4	0,4—0,6	0,4—0,6	0,8—1,2	1,8—2,2

Таблица 25

Допустимые пиковые перегрузки генератора ГС-24А в холодном состоянии

Режим работы	Номер степени				
	2	3	4	5	6
Включение пиковой перегрузки	В начале каждой ступени				
Ток пиковой перегрузки, *а*	1900—2400	1550—1750	1450—1650	1300—1500	1200—1400
Длительность перегрузки, *сек*	0,3—0,4	0,4—0,6	0,4—0,6	0,8—1,2	1,8—2,2

Таблица 26

Данные обмоток генератора ГС-24А

Обмотка	Марка провода	Размеры сечения провода, *мм*	Сопротивление обмотки при $t=20^{\circ}$ С, *ом*
Якоря	ПСДКТ	1,56×4,7	0,0024±6%
Возбуждения	ПЭТКСОТ	$d=1,4$	2±6%
Дополнительных полюсов	МГМ	2,44×6,4	
Компенсационная	МГМ	2,44×6,4	0,0019±6% (суммарное)

К цилиндрической части щита крепится шесть обойм щеткодержателей *11* реактивного типа.

Количество щеток *12* в щеткодержателе 3 шт., а общее количество щеток 18. Марка щетки МГС-5, размеры 10×20×28. Нажатие на щетки осуществляется спиральными пружинами с усилием 850—1000 *Г*. На щите также крепится вин-

тами панель *1*, к клеммовым болтам которой подводятся концы от якоря и обмоток. Окна щита закрыты защитной лентой *2*. Щит *6* со стороны привода выполнен из стального литья и имеет фланец для крепления генератора на двигателе. Якорь *5* устанавливается в щитах *10* и *6* на шарикоподшипниках 7ВП180506Т2С4. Пакет якоря набран из листовой электротехнической стали и посажен на втулку. В пазы якоря заложена обмотка, выполненная из медной проволоки прямоугольного сечения. Лобовые части обмоток скреплены бандажами из стальной проволоки.

Якорь генератора балансируют снятием металла с кольца со стороны коллектора и вентилятора. Полый вал *14* якоря изготовлен из легированной стали. Между втулкой и валом находится ступица *15*, имеющая осевые каналы для прохождения охлаждающего воздуха. Полый вал якоря соединен с приводным гибким валом *13* при помощи конуса. На выходном конце гибкого вала нарезано *16* шлицев эвольвентного профиля.

Рис. 52. Маслоконтактор

Генератор ГС-24А нуждается в охлаждении путем принудительного продува воздуха. Исполнение генератора ГС-24А полузакрытое, в переднем и заднем щитах имеются окна для входа и выхода охлаждающего воздуха. Охлаждающий воздух поступает с торцовой стороны щита, проходит под якорем, коллектором и катушками полюсов и выходит через окна щита со стороны привода. Часть воздуха проходит через осевые каналы внутри якоря и также выходит через окна щита.

На якоре установлен вентилятор турбинного типа, предназначенный для прокачки охлаждающего воздуха; однако его производительность мала и он не обеспечивает полного охлаждения генератора ГС-24А в заданном режиме.

Генератор при работе в генераторном режиме без специального продува должен давать ток 200 *а* при напряжении 28,5 *в* в течение 20 *мин*. Поэтому генератор охлаждается воздухом, подаваемым вентилятором, расположенным в редукторе установки ТГ-16. Воздух от вентилятора подводится по трубе и патрубку, установленным на переднем щите генератора, выходит воздух через кожух, прикрепленный двумя хомутами к корпусу генератора. К кожуху приварен патрубок, к которому присоединена дюритовой муфтой труба внутренним диаметром 100 *мм*. Труба выведена вниз за обшивку фюзеляжа самолета. Температура охлаждающего воздуха на входе в генератор от —60 до +60° С и окружающей среды — не более +80° С. Расход охлаждающего воздуха через генератор должен быть не менее 220 *кг/сек* (180 *л/сек*). При этом полный напор воздуха у входного патрубка внутренним диаметром 62 *мм* должен быть не менее 400 *мм вод. ст.*

Установка генератора ГС-24А на двигатель ГТД-16. Генератор ГС-24А крепится к редуктору установки при помощи фланца и хомута. Специальное устройство в приводе предохраняет генератор от попадания в него масла из приводного механизма, так как собственной защиты от масла генератор не имеет.

Маслоконтактор (рис. 52) предназначен для автоматического включения установки при работе в генераторном режиме. Он состоит из корпуса переключателя *6*, изготовленного из сплава АЛ5, мембранного механизма *4* со штоком *13*, штепсельного разъема *7*, переключателя *10*, крышки *11*, изготовленной из сплава Д1Т, крышки *3* из сплава Д1Т с каналом подвода масла *2* и каналом слива масла *5*. Корпус переключателя соединен с крышкой *3* двумя болтами из стали 38ХА, стянутыми гайками, а с крышкой *11* — болтом *9* и шпилькой *12*, изготовленными из стали 38ХА. Между корпусом и крышкой для уплотнения установлена прокладка *8*. Гайкой *1* маслоконтактор соединяется со штуцером топливного насоса-регулятора ТНР-3РА. Маслоконтактор представляет собой мембранный датчик, управляемый насосом-регулятором ТНР-3РА. Масло в маслоконтактор подводится насосом ТНР-3РА через канал подвода *2*. При подаче масла в мембранную полость давление масла, действуя на мембрану *15*, преодолевает усилие пружины *14*, сдвигает вправо шток *13* и нажимает кнопку переключателя *10*. Из мембранной полости масло сливается через жиклер, канал слива масла *5* и соответствующую трубу в маслобак.

Маслоконтактор срабатывает при достижении турбиной ТГ-16 скорости вращения 29 000 *об/мин*, выключает питание запуска ТГ-16; при этом генератор подключается к схеме запуска. Маслоконтактор срабатывает при давлении масла 3^{+1} *кГ/см*². Штепсельным разъемом *7* маслоконтактор соединяется с коллектором проводов автоматики.

Переключатель КВ-9 служит для включения и выключения электрической цепи, питающей реле, которое переключает и подготавливает электросистему для работы в режиме питания бортсети самолета или стартер-генераторов двигателей.

Катушка пусковая низковольтная КПН-4Л (рис. 53) совместно с авиационной электроэрозионной свечой поверхностного разряда СПН-4-3, проводами и арматурой служит для воспламенения топливо-воздушной смеси в камере сгорания двигателя ГТД-16 турбогенераторной установки при запуске. Питание катушки производится от трех аккумуляторных батарей 12САМ-28 с параллельно подключенным генератором или от трех аккумуляторных батарей 12САМ-28.

Рис. 53. Катушка пусковая низковольтная КПН-4Л: *П* — вибратор (электромагнитный прерыватель); C_1 — искрогасящий конденсатор (элемент первичного контура W_1C_1); *ВС* — селеновый выпрямитель; C_2 — конденсатор в цепи вторичной (высоковольтной) обмотки; W_1 — первичная обмотка (24 *в*); W_2 — вторичная обмотка (высоковольтная)

Катушка обеспечивает бесперебойное искрообразование на свече при:

изменении напряжения питания на зажимах катушки от 12 до 28,6 *в*;

длине экранированного провода от катушки до свечи не более 2,5 *м*;

сопротивлении проводников и переходных контактов в первичной цепи от источника тока до катушки не более 0,15 *ом*;

подаче топлива в воспламенитель не менее чем на 5 *сек* позже включения катушки.

Напряжение вторичной цепи должно быть не менее 3 *кв* при напряжении на зажимах катушки 18^{+1} *в*. Катушки выпускаются с регулированием тока в первичной обмотке $3{,}4^{+0,2}_{-0,3}$ *а*. Изоляция вторичной цепи по отношению к первичной обмотке должна выдерживать напряжение 1000 *в* переменного тока частотой 50 *гц*. Изоляция вторичной цепи, включая вторичный конденсатор, должна выдерживать напряжение, развиваемое катушкой при работе на открытую цепь.

Сопротивление изоляции катушки должно быть:

при нормальных условиях не менее 20 *Мом*;

после испытания на влагостойкость не менее 1 *Мом*;

после номинального теплового режима не менее 2 *Мом*.

Минимальное переходное сопротивление между деталями экранировки катушки в каждом стыке не должно превышать 600 *мком*.

Режим работы катушки повторно-кратковременный циклами: в цикле 5 включений продолжительностью до 40 *сек* каждое, перерыв между включениями 2 *мин*, перерыв между циклами не менее 15 *мин*. Катушка рассчитана на общее число включений, обеспечивающих запуск в течение всего ресурса работы установки ТГ-16.

Пусковая катушка КПН-4Л преобразует постоянный ток низкого напряжения в пульсирующий ток высокого напряжения и представляет собой индукционную катушку с электромагнитным прерывателем.

Индукционная катушка состоит из первичной и вторичной цепей, имеющих между собой электромагнитную связь.

В первичную цепь включен вибратор *П* — электромагнитный прерыватель. Обмотка первичной цепи выполнена по однопроводной схеме с выводом минуса на корпус. Ток к катушке подается через штепсельный разъем и контакты электромагнитного прерывателя. Параллельно контактам прерывателя включен искрогасящий конденсатор C_1. Первичный конденсатор является элементом первичного контура; одновременно он препятствует возникновению дуги при разрыве контактов.

Вторичная обмотка наматывается на первичную и состоит из двух секций, намотанных в противоположных направлениях и соединенных между собой. Конец одной секции через селеновый выпрямитель *ВС* соединен с корпусом, конец другой секции через контактное устройство КУ-20Е — с высоковольтным проводом, идущим к свече СПН-4-3. С этим же выводом вторичной обмотки соединяется нижняя обкладка конденсатора C_2. Сердечник катушки собирается из отдельных пластин электротехнической стали. Вибратор крепится на карболитовой панели и состоит из двух платиноиридиевых контактов, один из которых припаян к контактному винту, соединенному с источником питания и одной обкладкой конденсатора C_1, а другой — к пружине якоря, соединенной с началом первичной обмотки и второй обкладкой конденсатора C_1.

Селеновый выпрямитель ВС состоит из селеновых шайб, собранных на изолированном болте, сторона селенового выпрямителя со знаком «+» соединяется с корпусом.

Селеновый выпрямитель препятствует появлению обратных токов, ограничивает ток разряда при работе на свечу с малым сопротивлением искрового промежутка и при работе с повышенным напряжением, в результате чего уменьшается искрение на контактах прерывателя.

Вторичный конденсатор C_2 на высоковольтном выводе катушки совместно с емкостью экранированного провода образует емкость вторичного контура W_2C_2 и служит для увеличения искрообразования свечи. Искра большой мощности размельчает топливо-воздушную смесь, улучшает ее воспламеняющую способность, а также способствует очищению свечи от нагарообразования. Конденсатор C_2 одновременно сглаживает пульсацию вторичного напряжения, что также увеличивает воспламеняющую способность искры.

Рабочий процесс в катушке протекает следующим образом. При включении катушки первичная цепь ее через штепсельный разъем подключается к источнику питания. По обмотке W_1 через нормально-замкнутые контакты прерывателя П начинает протекать нарастающий по величине ток. Вокруг обмотки создается электромагнитное поле.

При силе тока 4—5 *а* якорь прерывателя под действием возникшего электромагнитного поля притягивается к сердечнику, преодолевая сопротивление своей пружины и разъединяет контакты. В этом случае катушка представляет собой два связанных электромагнитных контура, в которых происходят колебания энергии, запасенной до момента разъединения контактов в электромагнитном поле первичной обмотки.

Первичный контур создается из индуктивности W_1 и емкости C_1, а вторичный — из индуктивности W_2 и емкости C_2. В результате колебаний во вторичной обмотке индуктируется э. д. с., достаточная для пробоя рабочего зазора свечи, и через нее проходит импульсный ток. По мере отдачи энергии на свече величина поля уменьшается и якорь прерывателя под действием своей пружины возвращается в исходное положение и замыкает контакты. Цепь первичной обмотки оказывается, таким образом, снова замкнутой. Процесс повторяется с периодичностью 350—800 импульсов в секунду.

При работе катушки напряжение на аккумуляторной батарее не должно падать ниже 12 *в* и превышать 28,6 *в* во избежание слипания контактов прерывателя и выхода из строя катушки.

Катушку без нагрузки включать в цепь не рекомендуется, так как первичный конденсатор заряжается до высокого напряжения и разряжается через контакты прерывателя, вызывая слипание и выход их из строя.

Авиационная электроэрозионная свеча поверхностного разряда СПН-4-3. Свеча предназначена для зажигания топливо-воздушной смеси при запуске установки ТГ-16. Свеча работает совместно с пусковой катушкой КПН-4Л и является элементом низковольтной системы зажигания.

Зазор между центральным и боковым электродами свечи (ширина кольцевого пояска по керамике) 0,8—1,0 *мм*. Резьба ввертываемой части корпуса 18×1 *мм*, длина ее 11 *мм*. Резьба под накидную гайку экранирующего провода 18×1 *мм*. Свечи электропрочны и выдерживают напряжение 6,5 *кв* эффективных. Максимальное пробивное напряжение рабочего зазора «тренированной» свечи в нормальных условиях не должно превышать 1500 *в* амплитудных. Свечи должны быть герметичны при давлении со стороны электродов до 25 $кГ/см^2$, при этом допускается просачивание воздуха не более 2 $см^3$ в минуту. Режим работы свечи повторно-кратковременный и соответствует режиму работы катушки, работающей с ней совместно.

Коллектор электрических проводов и провода системы зажигания. Коллектор и провода системы зажигания служат для соединения всех электрических проводов в единый монтажный узел, при помощи которого осуществляется электрическая связь между агрегатами системы зажигания, запуска, автоматики ТГ-16 и панелью ПТ-16А. Электрические провода экранируются шлангами и плетенками, латунной трубой из Л62 и алюминиевыми трубами из АМГ-М, которые являются составными частями коллектора проводов и проводов системы зажигания.

Таблица 27

Данные проводов марки БПВЛ для монтажа коллектора зажигания ТГ-16

Монтажные участки	Длина провода, *м*	Сечение провода, $мм^2$
От ШР16 к ШР12, клеммы А, В	2	1
От ШР8 к ШР16, клеммы А, В	1,5	1
От ШР8 к ШР18, клеммы А, Б, Г	2,5	1
От ШР8 к ШР15, клеммы 1, 2	1,8	1
От ШР8 к ШР17, клеммы А	0,5	1
От ШР17 к ШР2, клеммы В, Г	1	1
От ШР8 к ШР2, клемма А	1	1
От ШР8 к ШР10, клемма 1	2,6	1
От ШР10 к ШР9, клемма 1	0,4	1
От ШР8 к датчику ДТ-1М	3,6	0,75

Монтаж коллектора ведется проводами БПВЛ, основные данные которых приведены в табл. 27.

Панель запуска ПТ-16А предназначена для работы в системе включения турбогенераторной установки ТГ-16. Номинальное напряжение питания панели 24 *в* постоянного тока. Номинальный ток отключения генератора ГС-24А при напряжении питания 24 *в* — 150±20 *а*.

Примечание. Допускается изменение тока в пределах 100—200 *а* при изменении напряжения питания от 18—30 *в* и в пределах 100—220 *а* в эксплуатационных условиях.

Режим работы повторно-кратковременный: 5 включений без перерыва по 10±1,5 *сек* каждое, после 5 включений перерыв 15 *мин*.

Панель запуска ПТ-16А безотказно работает в следующих условиях:
при изменении напряжения питания постоянного тока 18—30 *в*;
при снижении напряжения в процессе работы до 16 *в*;
при относительной влажности окружающей среды 95±3% и 40±2° С;
при изменении температуры окружающей среды от +60 до —60° С.

Панель запуска выпускается проверенной и отрегулированной и дополнительной регулировки в процессе эксплуатации не требует. Основные данные панели запуска ПТ-16А приведены в табл. 28.

Таблица 28

Основные данные панели запуска ПТ-16А

Режим работы	Цикловые операции	Время работы, *сек*	
		начало	конец
Запуск	Включение системы зажигания	0	17±1
	Включение пускового топливного насоса	5±0,5	17±1
	Включение якоря генератора	5±0,5	17±1
	Включение шунтовой обмотки генератора	0	17±1
	Включение рабочего топливного насоса	8±1	20±1,5
Холодная прокрутка	Включение шунтовой обмотки генератора	0	10±1
	Включение якоря генератора	0	10±1
	Полный цикл работы панели	0	20±1,5

Примечание. Если при запуске скорость вращения турбогенераторной установки ТГ-16 достигает 12 000—15 000 *об/мин* за время менее 17 *сек*, то якорь ГС-24А отключает реле РМО-16.

Регулятор напряжения РН-180 2с. Угольный регулятор напряжения РН-180 2с предназначен для автоматического поддержания напряжения генератора в заданных пределах в случае изменения нагрузки и скорости вращения якоря генератора при работе на бортсеть в рабочем диапазоне. Одновременно регулятор обеспечивает правильное распределение нагрузки при параллельной работе генератора. Регулятор работает в комплекте с выносным сопротивлением ВС-25Б.

Панель автомата запуска АПД-75А предназначена для работы в системах питания и запуска двигателей самолета. Она обеспечивает проведение следующих операций: запуск, холодную прокрутку двигателей на земле и прекращение запуска.

Номинальное напряжение питания 24 *в* постоянного тока. Количество временных циклов (программ) — 2. Продолжительность каждого цикла: запуск двигателя на земле — 71±3 *сек*, холодная прокрутка двигателя — 30±2 *сек*.

Режим работы — повторно-кратковременный, состоит из четырех включений длительностью 71±3 *сек* каждый, перерыв между включениями 2 *мин*, после чего охлаждение (не менее часа).

При запуске четырех двигателей допускается восьмикратное включение с двухминутным перерывом между включениями и последующим охлаждением (не менее часа).

Панель включает и выключает агрегаты в соответствии с программой запуска двигателей самолетов, которая делится на ряд этапов, следующих друг за другом в определенной последовательности, при помощи программного механизма панели.

Пуско-регулирующая коробка ПРК-8А представляет собой комплекс угольного регулятора напряжения и аппаратуры автоматики, размещенных на общем основании, и предназначена для автоматического регулирования напряжения на различных этапах работы генератора постоянного тока ГС-24А при использовании его в качестве источника питания при электрозапуске объекта.

Напряжение, поддерживаемое угольным регулятором напряжения в режиме запуска 22—60 *в*, номинальное напряжение питания цепей управления — 24 *в*,

мощность рассеивания угольного столба регулятора напряжения не более 180 *вт*, режим работы повторно-кратковременный: восемь включений по 70 *сек* каждое с перерывами между включениями 2 *мин* или четыре включения по 70 *сек* каждое с перерывами между включениями 15 *сек*. Допускается четыре включения продолжительностью 60 *сек* каждое с перерывом между включениями 20 *сек*.

После четырех включений необходим перерыв 2 *мин*, а затем два включения продолжительностью 60 *сек* каждое с двухминутным перерывом между ними. После 15 *мин* перерыва допускается повторение указанного режима, после чего охлаждение в течение часа.

Напряжение при скорости вращения ротора генератора 6500 *об/мин* и температуре окружающей среды 20±10° С должно соответствовать данным табл. 29 (без предварительного прогрева регулятора и генератора).

Таблица 29

Напряжение на генераторе ГС-24А при нагрузке

Параметр	Время работы, *сек*				
	0—9	9—15	15—20	20—25	25—70
Ток нагрузки, *а*	1350±100	1250±100	1050±100	1025±75	1000±50
Напряжение, *в*	20—26	29—36	39—47	43—51	51—60

ПРК-8А безотказно работает в следующих условиях:

при изменении напряжения питания от 18 до 30 *в*;

при кратковременном снижении напряжения питания до 8 *в*;

при относительной влажности окружающей среды 95±3% и при $t=40+2°$ С;

при изменении температуры окружающей среды от 60 до —60° С.

На различных этапах работы уровень поддерживаемого коробкой напряжения изменяют в соответствии с заданной программой путем введения в цепь рабочей обмотки угольного регулятора добавочных сопротивлений. Сопротивления включаются по сигналам, выдаваемым программным механизмом системы запуска.

Для запуска турбогенераторной установки (рис. 54) используется генератор ГС-24А. При работе его в стартерном режиме источником питания служат бортовые аккумуляторы; в этом случае генератор прокручивает холодный двигатель установки. Дистанционное управление агрегатами запуска осуществляется с помощью панели запуска ПТ-16А.

Контрольно-измерительная аппаратура установки состоит из термоэлектрического термометра ТСТ-29Д, дистанционного тахометра ТЭ-40М и сигнализатора давления СД-24А.

Термоэлектрический термометр ТСТ-29Д представляет собой термоэлектрический комплект, состоящий из магнитоэлектрического милливольтметра и хромельалюмелевой термопары. Термометр служит для измерения температуры отработавших газов газотурбинного двигателя ГТД-16.

Комплект термометра состоит из термопары Т-9Д, компенсационного соединительного провода и измерителя ТСТ-2.

Дистанционный тахометр переменного тока ТЭ-40М предназначен для измерения числа оборотов газотурбинного двигателя ГТД-16. Комплект тахометра состоит из трехфазного генератора переменного тока (ДТ-1М) и измерителя.

Указатели приборов контроля работы установки монтируются на объекте.

Сигнализатор давления СД-24А предназначен для контроля давления масла в маслосистеме установки. Он включает сигнальную лампочку мощностью до 5 *вт*, напряжением 27 *в* при достижении давления масла в системе 3,5 *кГ/см²*.

Турбогенераторная установка ТГ-16 применяется также для запуска других объектов. В этом случае в комплект автоматики запуска входят исполнительные агрегаты: стартер-генераторы СТГ-18ТМ, система зажигания, клапан пускового топлива, клапан рабочего топлива; управляющие агрегаты: панель запуска двига-

телей АПД-27 (в ней установлен программный механизм ПМД-2-90у, команды от которого поступают на пусковую коробку ПСГ-1А), пусковая коробка стартер-генераторов ПСГ-1А (в ней установлен РУТ-600Д), пневматический выключатель, панель запуска ПТ-16А, пускорегулирующая коробка ПРК-8А.

В настоящее время турбогенераторные установки ТГ-16 выпускаются с системой автоматического отключения для предотвращения раскрутки ротора выше допустимых чисел оборотов. Ранее выпущенные установки дорабатываются под установки с системой автоматического отключения по заводскому бюллетеню.

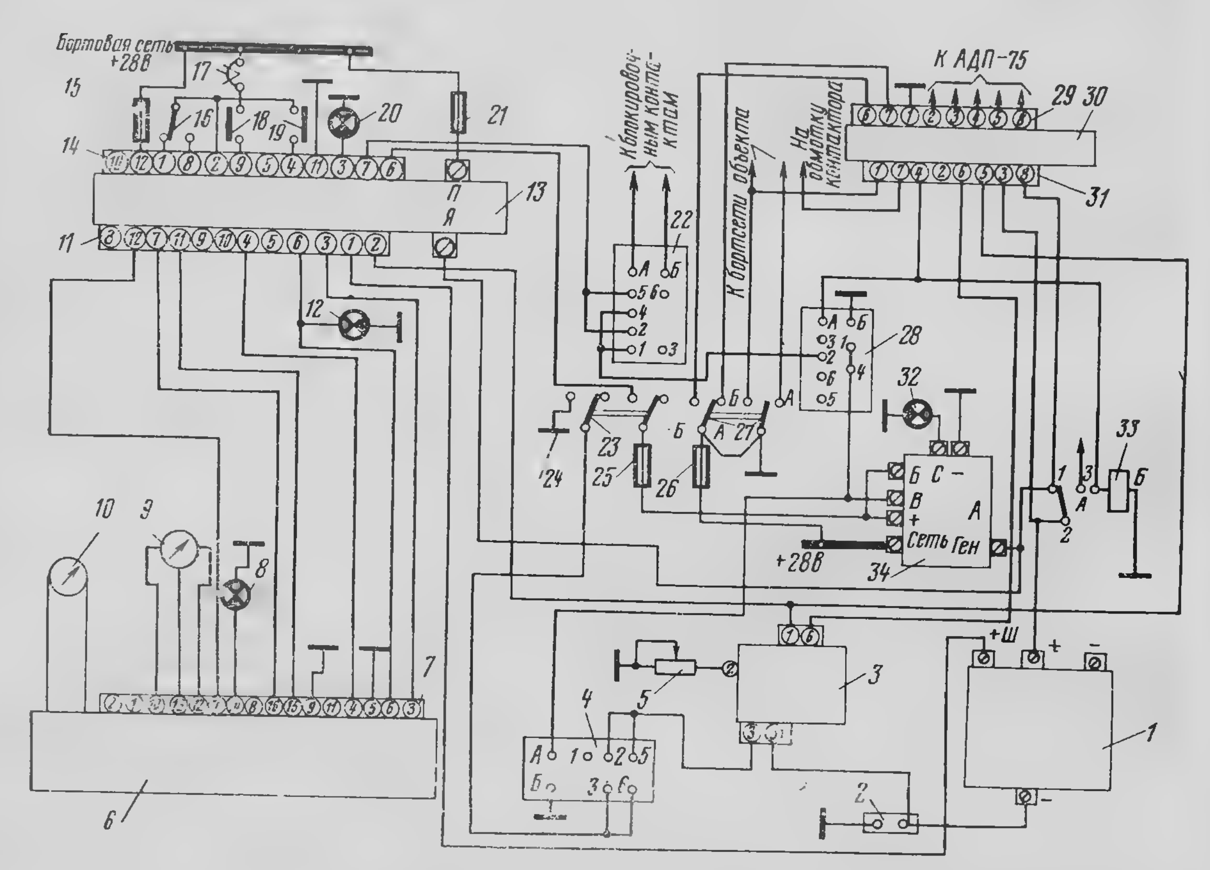


Рис. 54. Электрическая схема соединений агрегатов установки ТГ-16:

1 — генератор ТС-24А; *2* — балластное сопротивление БС-18000; *3* — регулятор напряжения РН-180 2с; *4* — реле включения генератора ГС-24А (ТКЕ-52ПД); *5* — выносное сопротивление ВС-25Б; *6* — установка ТГ-16; *7* — штепсельный разъем ШР40ПК16ЭШ2; *8* — сигнальная лампа давления масла; *9* — тахометр ТЭ-40М; *10* — термометр ТСТ-2; *11* — штепсельный разъем ШР32П12НГ1; *12* — сигнальная лампа выхода ТГ-16 на рабочие обороты; *13* — панель запуска ПТ-16А; *14* — штепсельный разъем ШР32П12НШ1; *15* — предохранитель ПР30; *16* — выключатель «запуск — холодная прокрутка»; *17* — автомат защиты сети АЗС-20; *18* — кнопка останова ТГ-16; *19* — кнопка запуска ТГ-16; *20* — сигнальная лампа; *21* — предохранитель ТП-600; *22* — реле ТКЕ-52ПД; *23* — выключатель генератора 2ПП-45; *24* — уравнительная шина; *25* — предохранитель на 5 *а*; *26* — предохранитель на 12 *а*; *27* — переключатель ППН-45 (2 шт.); *28* — реле блокировки ДМР-600 2с (ТКЕ-52ПД); *29* — штепсельный разъем ШР32П8НШ3; *30* — пускорегулирующая коробка ПРК-8А; *31* — штепсельный разъем ШР32П8НГ3; *32* — сигнальная лампа включения реле ДМР-600Т 2с; *33* — переключающий контактор ТКТ-11ПДО; *34* — реле ДМР-600Т 2с

Турбогенераторная установка ТГ-16М имеет то же назначение, что и установка ТГ-16.

Основные отличия следующие: на установке ТГ-16М используется газотурбинный двигатель типа ГТД-16М; установка обеспечивает запуск двигателей до высоты 4200 *м*.

В ней используются насос-регулятор ТНР-40, центробежный выключатель ЦП-40, сигнализатор давления СД-24А, катушка зажигания 1КНИ-11БТ, датчик тахометра ДТЭ-1, свечи СПН-4-3-Т, датчики термометра выходящих газов Т-9Д; пускорегулирующая аппаратура ПТ-16М, ПРК-8М, АПД-75, ограничитель мощ-

Рис. 55. Электрическая схема соединений агрегатов установки ТГ-16М:

1 — установка ТГ-16М; *2* — указатель термометра ТСТ-2; *3* — сигнальная лампа давления масла; *4* — штепсельный разъем ШР40ПК16ЭШ2; *5* — штепсельный разъем ШР32П12НГ1; *6* — панель запуска ПТ-16М; *7* — разъем Ш1; *8* — автомат защиты сети АЗС-30; *9*—бортовая сеть; *10* — выключатель «запуск — холодная прокрутка» (установки ТГ-16М); *11* — автомат защиты сети АЗС-20; *12* — кнопка останова ТГ-16М; *13* — кнопка запуска ТГ-16М; *14* — сигнальная лампа запуска ТГ-16М; *15* — бортовая сеть; *16* — предохранитель ТП-600; *17* — сигнальная лампа работы автомата АОД-201; *18* — реле блокировки запуска ТГ-16М (ТКЕ-52ПД); *19* — автомат останова двигателя АОД-201; *20* — бортовая сеть; *21* — выключатель останова авиадвигателя; *22* — реле ТКЕ-56ПД; *23* — выключатель «запуск — холодная прокрутка» (авиадвигателя); *24* — реле останова авиадвигателя (ТКЕ-52ПД); *25* — реле ТКЕ-21ПК; *26* — штепсельный разъем ШР32П8НШ3; *27* — разъемная колодка; *28* — вольтметр М-2400; *29* — амперметр А-3; *30* — пускорегулирующая коробка ПРК-8М; *31* — штепсельный разъем ШР32П8НГ3; *32* — реле ДМР-600Т 2с; *33* — реле блокировки ДМР-600Т 2с (ТКЕ-52ПД); *34* — реле блокировки генератора ГС-24А (ТКЕ-52ПД); *35* — сигнальная лампа включения реле ДМР-600Т-2с; *36* — переключатель питания ПП-45; *37* — выключатель генератора 2ПП-45; *38* — уравнительная шина; *39, 40* — предохранители на 5 и 17,5 *а*; *41* — реле блокировки включения генератора ГС-24А (ТКЕ-52ПД); *42* — выносное сопротивление ВС-25Б; *43* — регулятор напряжения РН-180-2с; *44* — генератор ГС-24А; *45* — шунт амперметра; *46* — контактор переключения генератора ГС-24А (ТКТ-11ПДО); *47* — автоматы защиты сети АЗС-20 (3 шт.); *48* — ограничитель мощности ОМ-16Т; *49* — исполнительное реле ТКЕ-21ПК; *а* — к клапану останова авиадвигателя; *б* — к панели запуска АПД-75А; *в* — к переносному амперметру; *г* — на шину запуска; *д* — на контактор при наземном запуске

ности ОМ-16Т, автомат останова запускаемого газотурбинного двигателя АОД-20; измеритель тахометра ИТЭ-1, измеритель термометра ТСТ-2.

Установка оборудована: аварийной системой, которая не допускает ее раскрутки до оборотов разрушения при любых неисправностях в топливной автоматике; системой блокировки по минимальным числам оборотов, которая снимает нагрузку с установки при резком уменьшении оборотов и останавливает запускаемый двигатель; системой ограничения электрической мощности, которая не допускает перегрузку как самой установки, так и стартер-генераторов запускаемого двигателя.

Для запуска турбогенераторной установки (рис. 55) используется генератор ГС-24А. Управление агрегатами запуска осуществляется панелью запуска ПТ-16М.

Крепление установок ТГ-16 и ТГ-16М на объектах показано на рис. 56 и 57.

Основные технические данные установок ТГ-16 и ТГ-16М приведены в табл. 30.

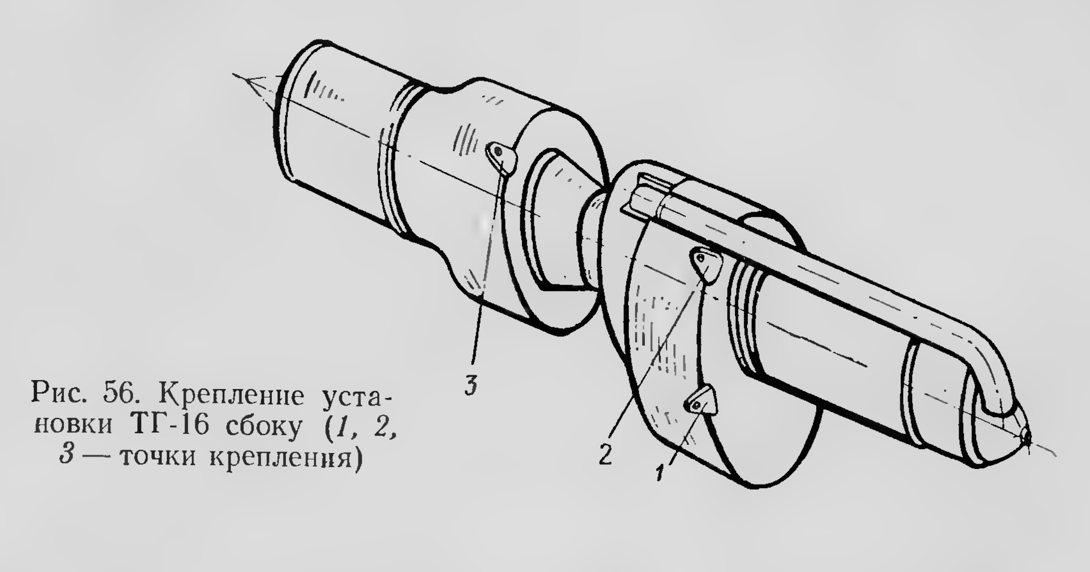


Рис. 56. Крепление установки ТГ-16 сбоку (*1, 2, 3* — точки крепления)

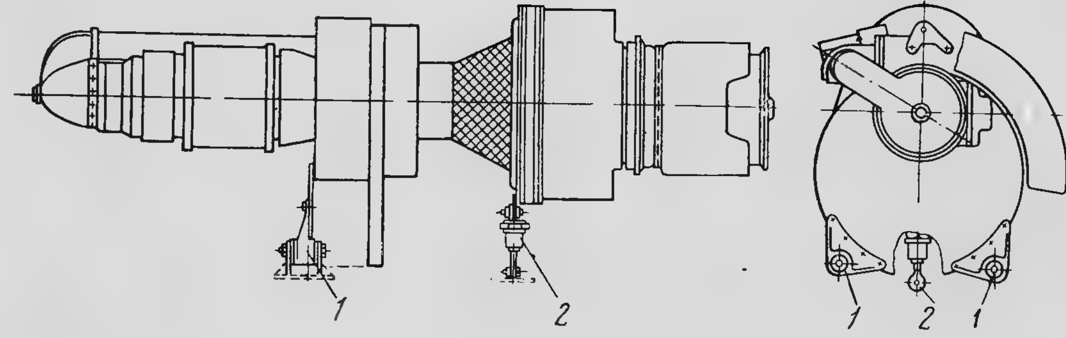


Рис. 57. Крепление установки ТГ-16М снизу (*1* и *2* — точки крепления)

Таблица 30

Основные технические данные установок ТГ-16 и ТГ-16М

Параметр	ТГ-16	ТГ-16М
Мощность генератора ГС-24А, *квт:*		
в режиме запуска двигателей (стартерном)	59—60	56—60
в режиме работы на бортовую сеть (генераторном)	18	18

Параметр	ТГ-16	ТГ-16М
Сухой вес установки, *кГ* *	160	190
Двигатель установки:		
тип	Газотурбинный с редуктором	
обозначение	ГТД-16	ГТД-16М
направление вращения ротора	Правое, если смотреть со стороны выхлопного патрубка	
скорость вращения, *об/мин*	31 000—33 500	31 000—33 500 (*Н*—2000 *м*) 32 000—34 000 (*Н*=2000—4200 *м*)
Допустимое резкое уменьшение числа оборотов в минуту при пиковых нагрузках	До 29 000	До 29 000 (83%)
Допустимое снижение числа оборотов в минуту при эксплуатации	До 30 500	—
Допустимый заброс оборотов в минуту при разгоне и резком уменьшении нагрузки, не более	35 000	35 000 (*Н*=0—2000 *м*) 35 600(*Н*= =2000—4200 *м*)
Допустимое колебание числа оборотов в минуту	—	±350
Температура воздуха, при которой обеспечивается нормальная работа установки на всех режимах, °С	±60	От —60 до +50 (*Н*=0) От —60 до +30 (*Н*=4200 *м*)
Расход топлива в режиме запуска, *кг/ч*	115	120
Мощность двигателя на выходном валу редуктора, *л. с.*, при $t = \pm 40°$ С	100±2%	95—100
Режим работы при запуске объекта:		
время непрерывной работы, *мин*	12	7,5 или 13,5
количество запусков двигателя за один этап	6	4 или 6
продолжительность одного запуска, не более, *сек*	70	60
перерыв между этапами, *мин*	15	15
перерыв после каждых двух этапов	До полного охлаждения	—
перерыв после 4—5 включений, *мин*	—	120
Компрессор:		
тип	Центробежный	
количество ступеней	1	1
степень повышения давления	2,5	2,97
расход воздуха на рабочем режиме, *кг/сек*	1,4 (при n=33 000 *об/мин*)	1,87 (при n=32 500, *об/мин*, *Н*=0)

* Без контрольно-измерительных приборов аппаратуры запуска.

Продолжение табл. 30

Параметр	ТГ-16	ТГ-16М
Турбина:		
тип	Осевая	
количество ступеней	1	1
Камера сгорания:		
тип	Кольцевая	
количество	1	1
Система смазки	Циркуляционная под давлением, автономная	
сорт масла	ЛНМЗ 36/1 по ВТУ 595—56	36/1 по МРТУ 38-1-157—65
Максимально допустимая температура масла, °С:		
на входе	160	160
на выходе	170	180
Давление масла, *кГ/см²*	4,5—5,5	3,5—5,5 (при запуске холодной установки при низких температурах окружающего воздуха допускается до 7 *кГ/см²*)
Расход масла не более, *кг/ч*	1,2	1,2
Выброс масла в суфлер за этап не более, *г*	200	200 (в течение 6 запусков)
Выброс масла в дренаж выходного вала редуктора, не более *г/ч*	7,5	—
Масляный насос:		
тип	Шестеренчатый	
количество	1	1
количество ступеней	Одна нагнетающая и одна откачивающая	
Маслоконтактор:		
тип	4013741	—
количество	1	—
Сигнализатор давления:		
тип	СД-24А	СД-24А 2с
количество	1	1
Выключатель центробежный:		
тип	—	Центробежный
обозначение	—	ВЦ-40
Топливная система:		
тип	Общая с системой объекта или автономная	
сорт топлива	по инструкции эксплуатации	
давление топлива на входе в насос, *кГ/см²*:		
ТНР-3РА	0,06—0,1	—
ТНР-40М	—	0,06—1,2 (при запуске), 0,06—1,8 (при номинальных числах оборотов установки)
выброс топлива в дренаж, *л*:		
ТНР-3РА	1,6 за 12 *мин*	1,6 (за 6 запусков)
ТНР-40М	—	—

Зак. 4738

Параметр	ТГ-16	ТГ-16М
Топливный насос, насос-регулятор:		
тип	Шестеренчатый	
обозначение	ТНР-3РА (насос)	ТНР-40М (насос-регулятор)
количество	1	1
передаточное отношение	0,139	0,139
Давление топлива перед форсунками не более *кГ/см²*	22	24
Рабочие форсунки:		
тип	Центробежные	
количество	5	5
Пусковые форсунки:		
тип	Центробежные	
количество	2	2
Электромагнитные топливные краны:		
тип	2512853	2512853
количество	2	4
Центробежный датчик:		
тип	Центробежный	—
обозначение	ЦД-3А-40	—
количество	1	—
передаточное отношение	0,139	—
Панель запуска:		
обозначение	ПТ-16А	ПТ-16М
количество	1	1
Система зажигания:		
пусковая катушка	КПН-4Л	1КПН-11БТ
количество катушек, шт.	2	2
Свечи:		
обозначение	СПН-4-3	СПН-4-3-Т
количество, шт.	2	2
Время вращения ротора после выключения, не менее, *сек*	20	
Давление воздуха в разгрузочной полости компрессора при холостом ходе установки, не более, *кГ/см²*	0,6	—
Генератор:		
обозначение	ГС-24А	
количество	1	
направление вращения, если смотреть со стороны хвостовика	Левое	
скорость вращения, *об/мин*	6500±500	
максимально допустимое число оборотов в минуту	7200	
напряжение, *в*	60	
установившийся ток, *а*, при $U=60$ *в*	1000	
напряжение при работе на бортсеть, *в*	28,5±1,5	

Параметр	ТГ-16	ТГ-16М
установившийся ток, *а*, при напряжении 28,5±5 *в* при работе на бортсеть	600	
напор охлаждающего воздуха у входного патрубка, *мм вод. ст.*	400	
расход охлаждающего воздуха через генератор при $H=0$ и $t=15°$ С, *л/сек*	220	
передаточное число	0,194	0,201
Оборудование		
Тахометр:		
обозначение	ТЭ-40М	ИТЭ-1 с датчиком ДТЭ-1
количество комплектов	1	1
передаточное число	0,162	0,0137
Термометр:		
обозначение	ТСД-29Д	ТСД-29Д
количество комплектов	1	1
комплектность термометра	Термопара Т-9Д (1 шт.), измеритель ТСД-2 (1 шт.), компенсационные провода (1 комплект)	
Пусковая регулирующая аппаратура		
Автоматическая панель запуска:		
обозначение	АПД-75А	АПД-75А
количество	1	1
Панель запуска:		
обозначение	ПТ-16А	ПТ-16М
количество	1	1
Пуско-регулирующая коробка:		
обозначение	ПРК-8А	ПРК-8М
количество	1	1
Ограничитель мощности:		
обозначение	—	ОМ-16Т
количество	—	1
Автомат останова двигателя:		
обозначение	—	АОД-20
количество	—	1
Аккумуляторные батареи:		
обозначение	12САМ-28	12САМ-28
количество	3	3

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАРТЕРЫ

Авиационные электрические стартеры применяются двух видов: электроинерционный стартер типа РИМ-24ИР и стартер комбинированного действия типа СКД-2В. В стартере РИМ-24ИР энергия, необходимая для запуска двигателя, аккумулируется в быстровращающемся маховике, а затем через редуктор, фрикционную муфту и механизм сцепления передается на хвостовик коленчатого вала двигателя. В стартере СКД-2В коленчатый вал раскручивается как энергией предварительно разогнанного маховика, так и энергией работающего электродвигателя.

Электроинерционный стартер (рис. 58) и стартер комбинированного действия (рис. 59) состоят каждый из механической части и электрооборудования. Механическая часть электроинерционного стартера смонтирована внутри алюминиевого корпуса стартера. Основными ее элементами являются маховик, редуктор, фрикционная муфта, механизм сцепления и механизм включения.

Основное отличие стартера комбинированного действия от стартера инерционного действия заключается в принципе работы и в схеме управления ими. В стартере комбинированного действия и в электроинерционном стартере предусмотрена раскрутка маховика вручную с помощью механизма ручного привода. У стартера комбинированного действия имеется приспособление для подъема щеток, чем исключается трение щеток о коллектор электродвигателя.

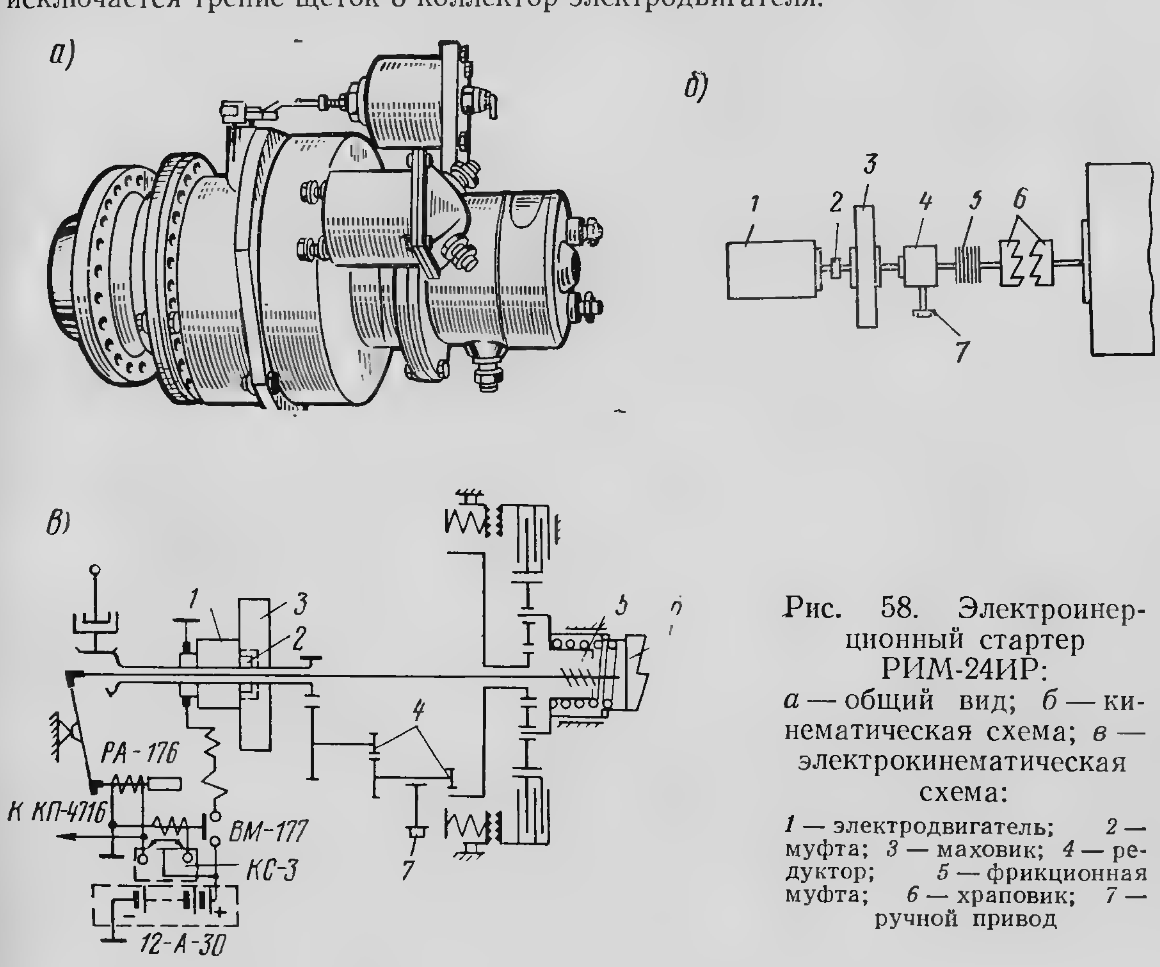


Рис. 58. Электроинерционный стартер РИМ-24ИР:
а — общий вид; *б* — кинематическая схема; *в* — электрокинематическая схема:
1 — электродвигатель; *2* — муфта; *3* — маховик; *4* — редуктор; *5* — фрикционная муфта; *6* — храповик; *7* — ручной привод

Электрооборудование стартера РИМ-24ИР (см. рис. 58) состоит: из электродвигателя СА-189, раскручивающего маховик при запуске; включателя ВМ-177 для дистанционного управления электродвигателем; реле храповика РА-176 для управления сцеплением при электрозапуске; катушки пускового зажигания КП-4716 и переключателя ПН-45М (рис. 60).

Электрооборудование стартера СКД-2В (см. рис. 59) состоит: из электродвигателя СТ-18; электромагнитного реле сцепления РИ-176; пускового вибратора ПК-45; клапана заливки ЭК-506; контактора КМ-400Д; выключателя ВН-45М; переключателей ПН-45 и ПН-45М (рис. 61).

Каждый из стартеров крепится шестью шпильками на задней крышке картера двигателя и укрепляется гайками. Между стартером и фланцем крышки картера проложена паронитовая прокладка. На фланце стального корпуса стартера имеются 24 отверстия, дающих возможность устанавливать стартер в любом положении относительно его оси.

Для предотвращения проникания масла из картера двигателя внутрь стартера в передней части стального корпуса установлена манжета, а в штоке храповика сделано уплотнение.

Наименование типа стартера расшифровывается следующим образом: РИМ-24ИР — ручной, инерционный, модернизированный, для работы от аккумуляторной батареи напряжением 24 *в*, редукторный; СКД-2В — стартер комбинированного действия, модификации 2В.

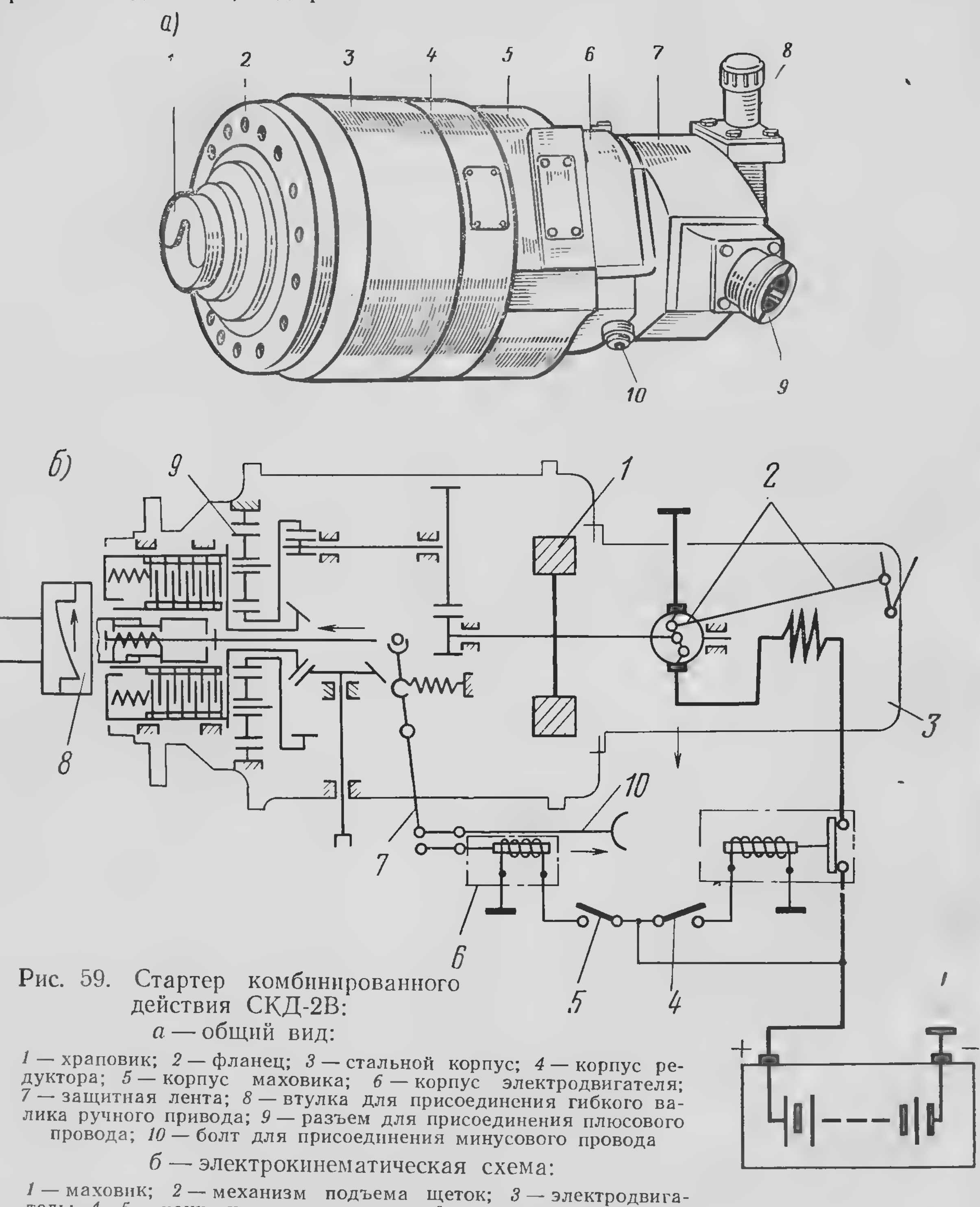


Рис. 59. Стартер комбинированного действия СКД-2В:

а — общий вид:

1 — храповик; *2* — фланец; *3* — стальной корпус; *4* — корпус редуктора; *5* — корпус маховика; *6* — корпус электродвигателя; *7* — защитная лента; *8* — втулка для присоединения гибкого валика ручного привода; *9* — разъем для присоединения плюсового провода; *10* — болт для присоединения минусового провода

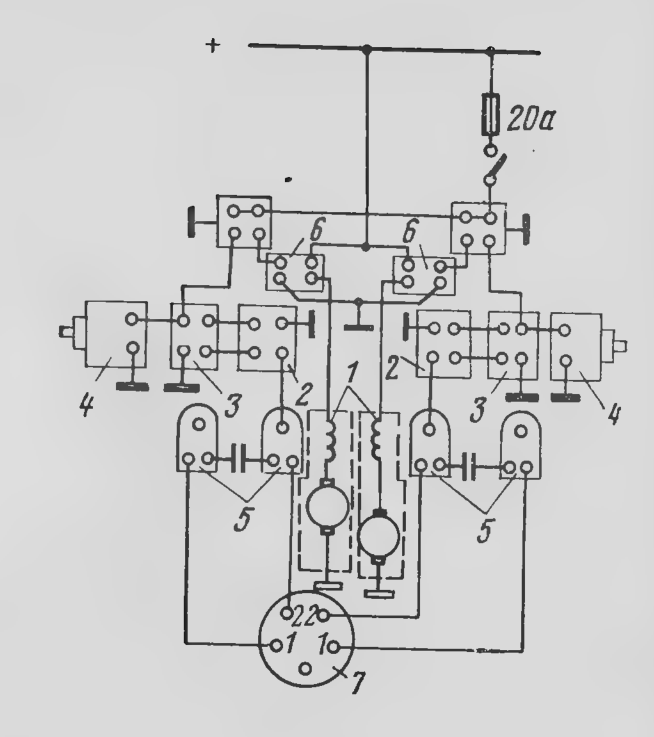
б — электрокинематическая схема:

1 — маховик; *2* — механизм подъема щеток; *3* — электродвигатель; *4*, *5* — нажимные выключатели; *6* — реле сцепления; *7* — кинематика механизма сцепления; *8* — храповик; *9* — фрикционная муфта; *10* — трос рычага ручного сцепления

Принцип действия. Инерционный способ электрозапуска двигателя заключается в следующем. Маховик приводится во вращение от электродвигателя. Проворачивание коленчатого вала и запуск двигателя производится энергией, накоп-

Рис. 60. Схема внешних соединений двух электроинерционных стартеров РИМ-24ИР:

1 — электродвигатели электроинерционных стартеров СА-189; *2* — пусковые катушки КП-4716; *3* — фильтры АФП; *4* — реле храповика РА-176; *5* — магнето; *6* — реле включения стартера ВМ-177; *7* — переключатель магнето



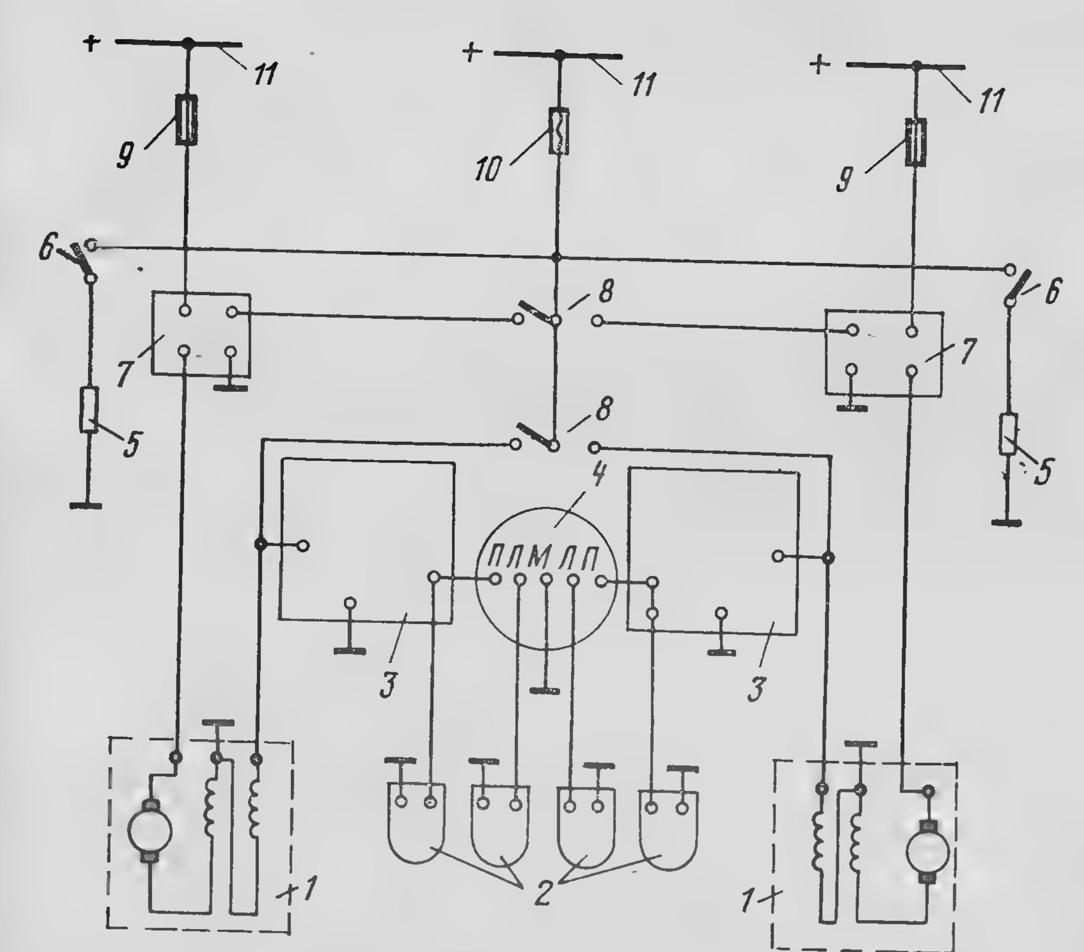


Рис. 61. Схема внешних соединений двух электростартеров комбинированного действия СКД-2В:

1 — электростартер комбинированного действия СКД-2В; *2* — магнето МБ-14-Т-2; *3* — вибратор (пусковая катушка ПК-45); *4* — переключатель зажигания; *5* — электроклапан ЭК-506; *6* — выключатель электроклапана; *7* — реле КМ-400Д; *8* — переключатель ПН-45М; *9* — предохранитель ТП-150; *10* — автомат защиты АЗС-15; *11* — силовая шина (+)

ленной во вращающемся маховике. Кинетическая энергия A вращающегося маховика определяется по формуле

$$A = \frac{\theta \omega^2}{2},$$

где θ — момент инерции маховика;

ω — угловая скорость вращения маховика.

Отсюда следует, что энергию маховика выгоднее увеличивать не за счет момента его инерции, так как это ведет к увеличению веса маховика, а за счет увеличения скорости вращения. В этом случае небольшой по весу маховик может аккумулировать значительную по величине энергию. Это и положено в основу конструкции и действия стартера РИМ-24ИР.

В электроинерционном стартере РИМ-24ИР увеличение скорости вращения коленчатого вала осуществляется следующим образом: вначале при помощи электродвигателя маховик разгоняется до максимальных оборотов, затем электродвигатель выключается и механически отсоединяется от маховика, а маховик продолжает вращаться по инерции. Если маховик соединить напрямую с валом двигателя, то он мгновенно потеряет весь запас живой силы и разовьет на валу бесконечно большой крутящий момент. Вследствие инерции двигателя число оборотов его не может мгновенно увеличиться до какого-то значения, следовательно возникнут поломки не только в стартере, но и в двигателе. Поэтому в конструкции инерционного электростартера предусмотрен ограничитель расхода энергии — фрикционная муфта (муфта трения). Она регулируется на передачу определенного крутящего момента так, что коленчатый вал вращается быстрее, а маховик тормозится с постоянным моментом.

В результате исследований установлено, что для сообщения коленчатому валу наибольшей скорости вращения момент трения муфты M_m можно определить по следующему выражению:

$$M_m = \frac{M_{\text{ср}}}{1 - (1 + \mu)\varphi},$$

где μ — коэффициент, учитывающий момент внутренних трений в стартере (0,1—0,05);

$\varphi = \frac{\theta_m}{\theta_i}$ — коэффициент, учитывающий моменты инерции маховика стартера и вращающихся частей двигателя;

θ_m — момент инерции вращающихся деталей двигателя и винта, приведенный к оси вращения выходного вала стартера;

θ_i — момент инерции маховика стартера, приведенный к оси его выходного вала.

При соответствующем значении φ момент муфты равен примерно 1,5—2 $M_{\text{ср}}$, а при малом отношении момент муфты практически может быть увеличен до 3 $M_{\text{ср}}$.

Стартер комбинированного действия совмещает в себе положительные качества электроинерционного стартера и прямой способ электрозапуска.

Запуск двигателя в этом случае производится и энергией предварительно разогнанного маховика и энергией работающего электродвигателя. Если двигатель оказывает сопротивление более того, которое может преодолеть электродвигатель, то вступает в работу маховик. После преодоления наибольшего сопротивления (пика нагрузки) оставшуюся нагрузку воспринимает электродвигатель.

При запуске на долю маховика приходится часть работы по преодолению начального момента запуска и сообщению коленчатому валу требуемой скорости вращения, а на долю электродвигателя — сообщение наибольшего числа оборотов коленчатому валу.

У стартера типа СКД электродвигатель постоянного тока сериесного возбуждения (СТ-18) с четырьмя основными и четырьмя дополнительными полюсами, связан с валом, редуктором и ручным приводом. По принципу действия он ничем не отличается от действия обычных коллекторных низковольтных электродвига-

телей постоянного тока промышленного типа. На фланце редуктора укреплены маховик, вращающийся со скоростью 22 000 *об/мин*, и ручной привод — со скоростью 11 000 *об/мин*. Передаточное отношение редуктора 1 : 225.

Электроинерционный стартер РИМ-24ИР состоит из четырех основных элементов: передней и промежуточной частей, электродвигателя и механизма сцепления (рис. 62).

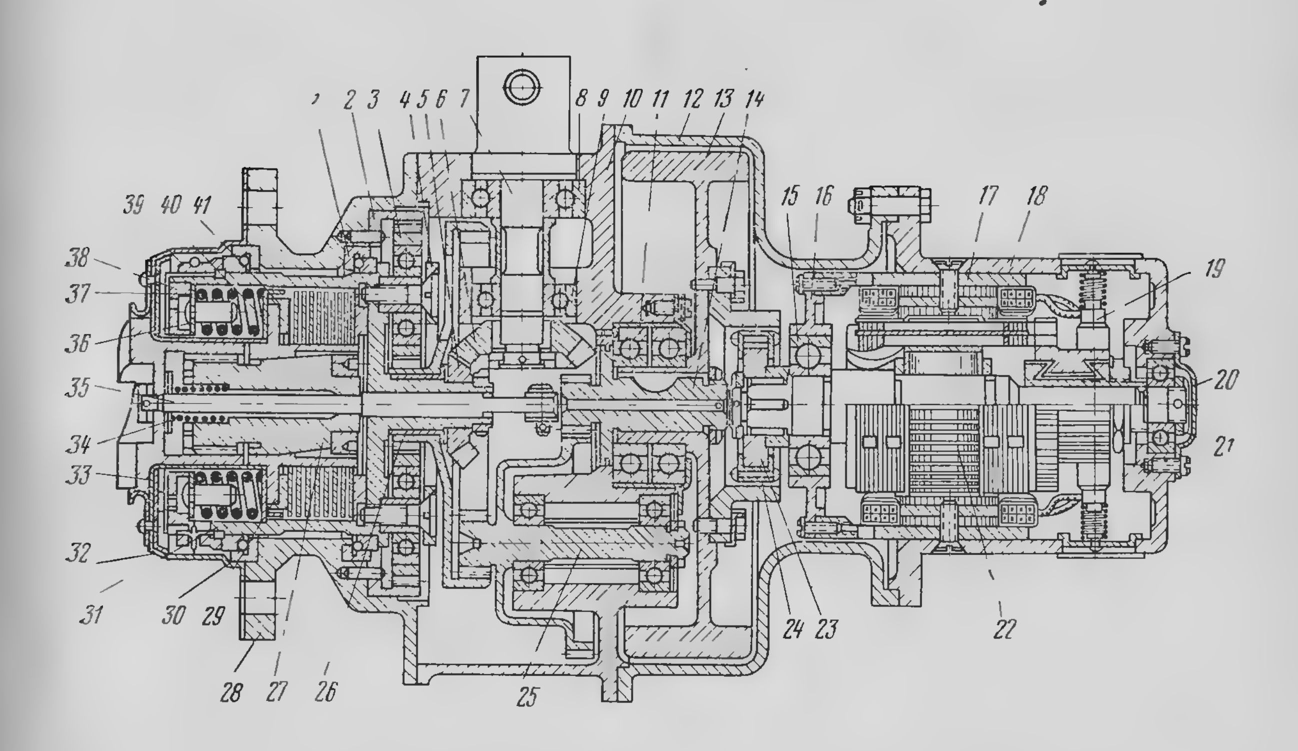


Рис. 62. Электроинерционный стартер РИМ-24ИР:

1 — упорно-опорный шарикоподшипник; *2* — неподвижная шестерня планетарной передачи; *3* — сателлит; *4* — кольцо; *5* — коническая шестерня; *6* — шестерня; *7* — валик ручного привода; *8, 9* — шарикоподшипники валика ручного привода; *10* — корпус промежуточной части; *11* — шарикоподшипники маховика; *12* — корпус; *13* — маховик; *14* — валик; *15* — шарикоподшипник вала якоря; *16* — щит корпуса электродвигателя; *17* — цилиндр; *18* — корпус электродвигателя; *19* — электрощетка; *20* — крышка; *21* — гайка; *22* — якорь электродвигателя; *23* — звездочка муфты свободного хода; *24* — обойма муфты свободного хода; *25* — валик контрпривода; *26* — центральная шестерня планетарной передачи; *27* — винтовой вал; *28* — корпус передней части; *29* — вал-гайка; *30* — упорно-опорный шарикоподшипник; *31* — выходной вал; *32* — маслоуплотнительный щит; *33* — цилиндр; *34* — буферная пружина; *35* — шток привода механизма сцепления; *36* — кольцо-фиксатор; *37* — пружина муфты; *38* — кольцо-гайка; *39* — кольцо-гайка; *40, 41* — кольца

Передняя часть стартера состоит из планетарной передачи редуктора, фрикционной муфты, механизма сцепления и маслоуплотнения. Все эти элементы смонтированы в корпусе *28*, отлитом из легкого сплава. Корпус имеет монтажный фланец, при помощи которого стартер крепится к двигателю.

Планетарная передача состоит из шести зубчатых колес-шестерен. Неподвижная шестерня *2* планетарной передачи запрессована в корпус и строго фиксируется в определенном положении с помощью контрольных штифтов.

Четыре сателлита *3* вращаются на шарикоподшипниках, которые посажены на оси, прикрепленные к выходному валу *31* винтами. Для большей жесткости крепления осей они объединены между собой при помощи кольца *4*.

Центральная шестерня *26* планетарной передачи изготовлена за одно целое с шестерней внутреннего зацепления. Обе они вращаются на хвостовике выходного вала. Для уменьшения трения между хвостовиком и центральной шестерней в последнюю запрессована бронзовая втулка (подшипник). Центральная шестерня и шестерня с внутренним зацеплением не могут смещаться в осевом направлении. Этому препятствуют, с одной стороны, расширяющаяся часть выходного вала,

с другой — коническая шестерня *5*, которая сочленена с хвостовиком с помощью лысок и зажата гайкой.

Выходной вал вращается в корпусе передней части в двух опорно-упорных шарикоподшипниках *1* и *30* разборного типа. Внешние кольца шарикоподшипников запрессованы в корпус передней части, а внутренние кольца-конуса посажены на выходной вал. Шарики подшипников не имеют держателей, так как подшипники заполняются шариками во время сборки.

Затяжка конусов подшипников производится кольцом-гайкой *39* таким образом, чтобы выходной вал, не качаясь, мог легко вращаться в подшипниках. Затем кольцо контрится замком из стальной проволоки.

Фрикционная муфта стартера размещается внутри выходного вала *31*. Она состоит из набора стальных и бронзовых дисков (14 пар). Бронзовые диски имеют внешние зубья, которыми они соединяются со шлицами выходного вала. Стальные диски имеют зубья на внутренней окружности и соединяются с валом-гайкой *29*. Диски муфты сжимаются пружинами *37*. Изменение давления пружин на диски, а следовательно, и изменение момента, передаваемого муфтой, производится ввинчиванием или вывинчиванием кольца *38*, которое имеет наружную резьбу и ввинчивается в выходной вал *31*. Десять пружин муфты расположены по окружности и фиксируются пальцами кольца *36*.

Вал-гайка *29* не имеет своих опорных подшипников и удерживается на месте давлением пружин муфты, которые зажимают его буртик между кольцами *40* и *41*. Кольцо *40* фиксирует вид в осевом положении. Кольцо *41* является переходной деталью муфты от вращающихся ее частей к неподвижным. Оно предохраняет пружины муфты от смещения и удерживается само на месте усами, входящими в шлицы выходного вала.

М е х а н и з м с ц е п л е н и я. Вал-гайка *29* является одновременно и деталью фрикционной муфты и валом-гайкой механизма сцепления. Вал-гайка имеет в своем отверстии винтовые шлицы, которыми соединяется с винтовым валом *27*. Ход винтового вала вперед ограничивается гайкой, навинченной на его хвостовик (после навинчивания гайки края хвостовика развальцовываются). Гайка при крайнем левом положении винтового вала упирается в торцы винтовых шлицев вала-гайки *29*.

Храповик механизма сцепления представляет собой часть муфты свободного хода с торцовым зацеплением и имеет три зуба. Он соединен с винтовым валом продольными шлицами и удерживается в убранном положении гайкой, навинченной на шток *35*. Шток сцепления проходит через сверления в вале *27* и в хвостовике выходного вала *31* и выходит в полость промежуточной части стартера, где соединяется с вильчатым рычагом. Шток имеет утолщение, краями которого подается вперед винтовой вал при сцеплении храповика.

Буферная пружина *34* между храповиком и винтовым валом сидит на штоке и входит одним своим концом в углубление в винтовом валу, другим концом прижимает маслоуплотнение к храповику. Маслоуплотнения кожаные, они защищают механизм от проникновения в него масла из двигателя. В стартере имеется два маслоуплотнения, одно из них уплотняет зазор между штоком сцепления и храповиком, а другое — зазор между храповиком и корпусом передней части стартера. Первое представляет собой кожаное кольцо, прижимаемое к храповику с помощью металлической шайбы, на которую давит буферная пружина *34*. Второе маслоуплотнение приклепано к маслоуплотнительному щиту *32*. Уплотнение в этом случае достигается за счет того, что кожаная прокладка прижимается тыльной частью храповика к буртику цилиндра *33*. Маслоуплотнительный щит представляет собой штампованную крышку, которая крепится к монтажному фланцу винтами.

П р о м е ж у т о ч н а я ч а с т ь с т а р т е р а крепится болтами к его передней части. Корпус ее отлит из легкого сплава и состоит из двух частей *10* и *12*, которые имеют фланцы и соединены между собой болтами. Часть *12* является, с одной стороны, кожухом маховика, с другой— переходником для крепления электродвигателя стартера.

Часть *10* является основанием для крепления почти всех шестерен редуктора и маховика стартера. Маховик *13* стартера представляет собой массивный обод, изготовленный за одно целое с валом. Полый вал вращается в двух шарикоподшипниках *11*. Внешние кольца подшипников зажаты винтами между корпусом промежуточной части и фланцем. Для того, чтобы эти кольца не проворачивались, они имеют с торцовых сторон канавки, в которые входят штифты. Внутренние кольца шарикоподшипников при помощи валика *14* и гайки зажаты между буртиками маховика и валика. Валик соединен с маховиком при помощи шпонки. Он изготовлен за одно целое с шестерней, которая сцепляется с большой шестерней валика *25* контрпривода. Валик контрпривода изготовлен за одно целое с большой и малой шестернями и вращается в двух шарикоподшипниках. Внутренние кольца шарикоподшипников зажаты гайкой между буртиком валика и трубкой. Малая шестерня валика сцепляется с шестерней внутреннего зацепления.

В промежуточной части стартера смонтированы валики ручного привода маховика и привода механизма сцепления. Валик *7* ручного привода маховика вращается в двух шарикоподшипниках *8* и *9*. Внутренние кольца подшипников на валике зажаты гайкой между распорной трубкой и шестерней *6*, которая сочленена с валиком при помощи шпонки и сцепляется с шестерней *5*, сидящей на хвостовике выходного вала. С внешней стороны валик ручного привода маховика оканчивается муфтой с отверстием для соединения его с удлинительным валиком рукоятки.

Валик привода механизма сцепления вращается в подшипниках промежуточной части. Один конец его выведен наружу, на нем расположен рычаг для присоединения тросов ручного управления и соединения с соленоидом сцепления. На другом конце валика находится вильчатый рычаг. Рычаг соединяется со штоком *35* с помощью шпильки. Шпилька входит в отверстие штока и в продолговатые отверстия в вильчатом рычаге, которые обеспечивают сочленение штока, перемещающегося по оси, и концов рычага, перемещающихся по радиусу.

На валик надета пружина. Она одним концом упирается в специальную бобышку на корпусе, другим давит на вильчатый рычаг в направлении, обратном движению храповика. Этим обеспечивается расцепление храповика и плотное прилегание его к маслоуплотнению.

Э л е к т р о д в и г а т е л ь с т а р т е р а СА-189 сериесный, четырехполюсный с левым направлением вращения вала якоря (если смотреть со стороны коллектора). Электродвигатель крепится болтами к фланцу кожуха маховика и частично входит в этот кожух. Цилиндр *17* с полюсами и обмотками возбуждения крепится полюсными винтами к корпусу *18*, отлитому из легкого сплава. Корпус имеет над щетками четыре окна, которые закрываются пояском. Щеткодержатели прикреплены к корпусу и изолированы от него. Щетки *19* электродвигателя (две пары) прижимаются к коллектору спиральными пружинами, опирающимися на планки, вставленные в окно корпуса.

Обмотки полюсов электродвигателя из проволоки квадратного сечения соединены между собой последовательно. Подвод питания к электродвигателю осуществляется через две клеммы, укрепленные в корпусе в задней его части. Клеммы изолированы от корпуса пластмассовыми втулками и зажаты гайками. Провода питания крепятся к клеммам гайками, которые закрываются резиновыми колпачками.

Якорь *22* электродвигателя имеет открытые пазы и намотку из шинной меди и вращается в двух шарикоподшипниках. Внутреннее кольцо шарикоподшипника *15* зажато на конце вала между буртиком вала и распорным кольцом, а внешнее кольцо не закреплено и сидит в съемном стальном щите *16* корпуса электродвигателя. Этот подшипник в электродвигателях последних выпусков закрыт со стороны механизма стартера крышкой. Оба кольца заднего шарикоподшипника зажаты: внутреннее — гайкой *21*, а внешнее — буртиком корпуса и крышкой *20*.

На переднем конце вала якоря посажена роликовая муфта свободного хода. Она состоит из звездочки *23*, обоймы *24* и шести роликов. Стальная звездочка соединена с валом якоря шлицами и зажата на нем гайкой.

Стартер СКД-2В. Основными узлами стартера являются: электродвигатель, редуктор, фрикционная муфта, механизм сцепления и ручной привод (рис. 63).

Э л е к т р о д в и г а т е л ь СТ-18 представляет собой алюминиевый корпус *19*, внутри которого помещены статор в виде стального цилиндра, якорь с маховиком и щеткодержатели.

В статоре запрессовано кольцевое ярмо с четырьмя основными и четырьмя дополнительными полюсами. Ярмо набрано из листовой электротехнической стали. На полюсах-башмаках *27* намотана обмотка медным проводом прямоугольного сечения размером 0,5×8,7 *мм*. Обмотки основных полюсов статора соединяются при помощи двух прямоугольных стоек со щетками электродвигателя, а обмотки дополнительных полюсов соединены с плюсовой клеммой стартера, смонтированной на одном из торцов статора. Статор укреплен в корпусе электродвигателя четырьмя винтами. Внутри статора вращается якорь *16* (ротор), представляющий

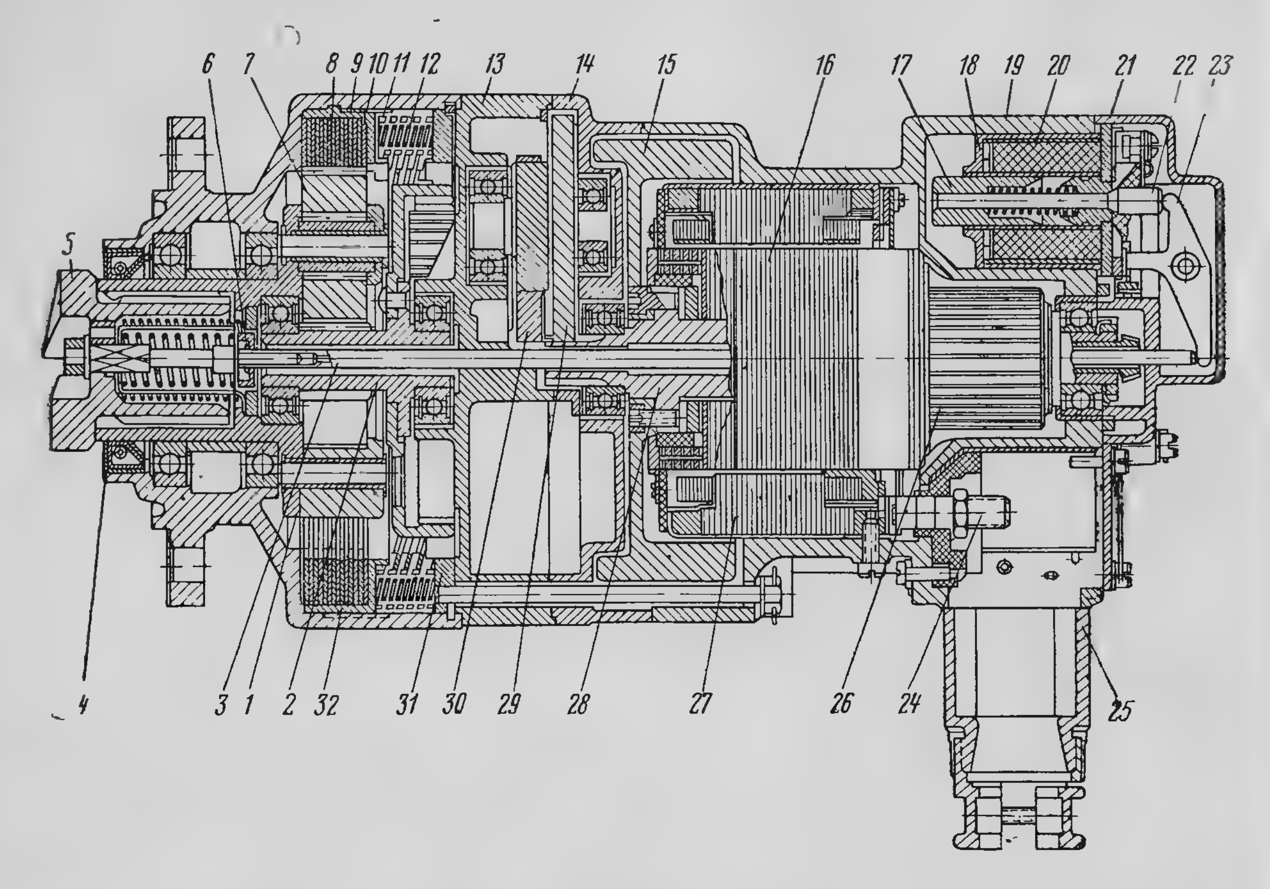


Рис. 63. Электростартер комбинированного действия СКД-2В (продольный разрез):

1 — диск; *2* — колоколообразная шестерня; *3* — толкатель; *4* — муфта храповика; *5* — храповик; *6* — уплотнение; *7* — сателлит; *8* — стальные диски фрикционной муфты; *9* — кольцо-подъемник; *10* — стальной корпус; *11* — кольцо-разгрузчик; *12* — пружина фрикционной муфты; *13* — корпус редуктора; *14* — корпус маховика; *15* — маховик; *16* — якорь (ротор) электродвигателя; *17* — сердечник; *18* — корпус реле; *19* — корпус электродвигателя; *20* — катушка; *21* — головка электростартера; *22* — шток реле сцепления; *23* — двуплечий рычаг; *24* — болт (клемма) для присоединения плюсового провода; *25* — разъем для ввода провода; *26* — коллектор; *27* — полюсный башмак; *28* — вал якоря; *29* и *30* — двойные шестерни редуктора; *31* — упорное кольцо; *32* — бронзовые диски фрикционной муфты

собой стальной вал, на который напрессованы пакет из якорной стали и коллектор *26*. В пазы якоря уложены 37 секций петлевой обмотки, сделанной из медно-луженого провода сечением 1,45×3,05 *мм*.

Секции петлевой обмотки изолированы от тела якоря прессшпановыми прокладками и укреплены шпильками из нержавеющей стали. Концы секций припаяны к коллектору, состоящему из 37 пластин, изолированных друг от друга и от вала якоря миканитом. Вал якоря имеет внутри сквозное отверстие, в которое запрессована со стороны коллектора коническая шестерня для соединения с шестерней ручного привода. На другом конце вала нарезана шестерня со спиральными зубьями и находится фланец, на котором укреплен шестью винтами маховик *15*. Вал якоря установлен на двух шарикоподшипниках, находящихся в задней части корпуса электродвигателя и в корпусе *14* маховика.

В корпусе электродвигателя смонтированы четыре щеткодержателя, каждый с двумя скобами и гнездами для щеток. В гнездах установлены восемь медно-графитовых щеток марки МГС-5, размерами 20×16×8 *мм*. Эти щетки прижимаются к коллектору рычагами с помощью пружин.

На задней торцовой части корпуса электродвигателя установлен механизм для подъема щеток, состоящий из шестерни двух зубчатых сегментов и пружины. Кроме того, на корпусе расположены два прилива, на которых установлены втулка *8* для присоединения гибкого валика и разъем *9* для плюсового провода. Корпус электродвигателя и корпус маховика крепятся вместе с корпусом редуктора шестью шпильками к стальному корпусу стартера.

Редуктор состоит из семи шестерен: шестерни вала *28*, якоря с 13 спиральными зубьями, двойной шестерни *29* со спиральными зубьями (67 зубьев на большом венце и 30 — на малом), двойной шестерни *30* (большой венец имеет 46 спиральных зубьев, а малый — 18 прямых), колоколообразной двойной шестерни *2* (79 прямых зубьев внутреннего зацепления на большом венце и 12 зубьев внешнего зацепления на малом) и трех сателлитов *7* с 27 зубьями каждый.

На хвостовиках шестерен *29* и *30* смонтированы опорные шарикоподшипники, которые устанавливаются в гнездах корпуса редуктора и корпуса маховика. Шестерня *2* смонтирована на двух шарикоподшипниках, один из которых установлен в гнезде корпуса редуктора, а второй — внутри расточки муфты *4* храповика. Сателлиты *7*, установленные на осях, укрепленных в диске *1* муфты храповика, на игольчатых подшипниках, обкатываются по неподвижной шестерне, состоящей из семи стальных дисков *8* фрикционной муфты.

Муфта *4* храповика изготовлена из стали за одно целое с диском *1*. Она установлена на двух шарикоподшипниках, находящихся в расточках стального корпуса *10* стартера. Внутри муфты сделаны шлицы для соединения ее с храповиком стартера.

Фрикционная муфта состоит из чередующихся между собой семи стальных дисков *8*, шести бронзовых дисков *32*, двух бронзовых колец, кольца-подъемника *9*, кольца-разгрузчика *11*, тридцати двух пар спиральных пружин *12*, упорного кольца *31* и пружинного замка.

У стальных дисков, по которым обкатываются сателлиты *7*, зубья находятся на внутренней окружности. У бронзовых — на внешней окружности. Как стальные, так и бронзовые диски устанавливаются внутри кольца-подъемника *9*, причем зубья бронзовых дисков сцепляются с зубьями подъемника. Кольцо-подъемник, изготовленное из стали, имеет на торце тридцать шесть спиральных выступов, а внутри тридцать шесть шлицев и может свободно проворачиваться в стальном корпусе *10*. С кольцом-подъемником находится в зацеплении стальное кольцо-разгрузчик *11*, также имеющее с наружной стороны тридцать шесть шлицев для сцепления с внутренними шлицами стального корпуса стартера. С одной торцовой стороны кольца-разгрузчика расположены тридцать шесть спиральных выступов для соединения с кольцом-подъемником, а с другой стороны — выточка, в которую установлены тридцать две пары пружин *12*. Каждая пара пружин состоит из наружной и внутренней пружин, которые упираются одним концом в выточку кольца-разгрузчика, а другим — в упорное кольцо *31*, соединяющееся со шлицами стального корпуса *10* и фиксируемое от осевого перемещения в корпусе пружинным стальным замком. Во фланце этого кольца имеется шесть отверстий для болтов, стягивающих корпусы стартера.

При сцеплении храповика стартера с коленчатым валом двигателя стальные диски *8*, проворачиваясь, увлекают за собой бронзовые диски *32*, что приводит к повороту кольца-подъемника на некоторый угол. При этом повороте кольцо-разгрузчик не имея возможности поворачиваться, будет перемещаться вдоль оси стартера и отжимать пружины *12*, уменьшая их давление на диски и облегчая усилия пробуксовывания дисков. Однако, как только произойдет незначительное пробуксовывание дисков, кольцо-подъемник встанет под действием пружины на прежнее место, и пружины вновь сожмут с прежней силой диски. Таким образом происходит саморегулирование передаваемого крутящего момента храповика в пределах, зависящих от степени предварительного сжатия пружин фрикционной муфты.

Механизм сцепления состоит из электромагнитного реле, двуплечевого рычага, толкателя, двух пружин, стакана, штока и храповика. Все детали механизма сцепления (за исключением реле) изготовлены из стали и размещены внутри муфты *4*. Храповик *5* стартера, имеющий на торце три спиральных зуба, соединен с муфтой *4* шлицами. Внутри муфты находится стакан со штоком и внутренней пружиной. На фланец штока опирается пружина. Передний конец штока проходит через отверстие в храповике и удерживает храповик гайкой, навернутой на шток.

Вторая внешняя пружина помещена между внутренней стенкой храповика и внутренним буртиком муфты. Внешняя пружина служит для перемещения храповика по шлицам вперед на сцепление с коленчатым валом двигателя. Внутренняя пружина предназначена для оттягивания храповика штоком назад, когда механизм сцепления выключается. Задний конец штока храповика входит в отверстие трубчатого толкателя *3*. Этот толкатель проходит через осевое сверление в валу якоря электродвигателя и соединяет шток с двуплечим рычагом *23*, закрепленным на оси в головке *21* электростартера. Одно плечо рычага расположено против штока *22* сцепления, а второе плечо касается конца толкателя *3*. Третий выступ на рычаге служит для ручного сцепления храповика. Реле сцепления, установленное в расточке корпуса *19* электродвигателя и укрепленное четырьмя винтами, состоит из катушки *20*, сердечника *17* со штоком *22* и пружины. Все детали реле находятся в корпусе *18*.

Один конец обмотки реле соединен с корпусом стартера, а другой конец подключен через специальный клеммный болт к входной клемме.

Основные данные стартеров приведены в табл. 31, а их возможные неисправности — в табл. 32 и 33.

Таблица 31

Основные данные стартеров

Параметры	РИМ-24ИР	СКД-2В
Тип электродвигателя	СА-189	СТ-18
Номинальное напряжение, *в*	24	24
Средний ток, потребляемый электродвигателем, *а*	100	125
Направление вращения (если смотреть со стороны электродвигателя)	Правое	Правое
Среднее значение силы тока при достижении маховиком максимальной скорости вращения, *а*	50	75
Максимальная скорость вращения маховика, *об/мин*	15 600	25 000
Номинальная скорость вращения маховика, *об/мин*	14 000	22 000
Скорость вращения маховика при раскрутке вручную, *об/мин*	11 000—12 000	11 000—12 000
Время набора номинальных оборотов маховиком, *сек:*		
при напряжении 24 *в*	12	18
при напряжении 28 *в*	8—10	7—10
Крутящий момент фрикционной муфты, *кГ·м*	140±5	140±5
Передаточное число от маховика стартера к храповику	135,1	225
Передаточное число от рукоятки ручного привода к маховику	1:155,5	1:240

Продолжение табл. 31

Параметры	РИМ-24ИР	СКД-2В
Выбег маховика (время свободного вращения маховика от момента достижения максимальной скорости вращения и до остановки) *мин*	4,75	6
Продольный ход храповика, не менее, *мм*	6	9
Скорость вращения храповика, *об/мин*	104	—
Ход штока реле сцепления храповика, *мм*	—	8—10
Запас энергии маховика, *кГм*	1500	—
Допустимое количество попыток запуска двигателя с перерывами между ними при инерционном запуске 30 *сек*, а при комбинированном — 1 *мин*	3	5
Допустимое количество попыток запуска двигателя с перерывом между ними 20 *сек*	4	—
Время, необходимое для охлаждения электродвигателя, после допустимого количества попыток запуска, *мин*	30	Не менее 10
Вес электростартера, *кГ*	21	23

Таблица 32

Возможные неисправности электростартера СКД-2В и способы их устранения

Неисправность	Причина	Способ устранения
Электродвигатель стартера не работает при включении пусковых устройств	Неправильно соединены провода питания электродвигателя	Пересоединить провода
	Обрыв проводов в местах пайки к наконечникам или нарушение контакта в результате ослабления или окисления клемм	Проверить электропроводку, идущую к электродвигателю. Обратить внимание на состояние наконечников и клемм. Устранить обрыв, зачистить и поджать клеммы
	Неисправен механизм включения питания (магнитный включатель или механизм опускания щеток)	Проверить работу механизма по наличию щелчков при срабатывании его. Если при включении питания щелчков нет, разобрать механизм включения, устранить неисправность или заменить исправным
	Неисправен переключатель управления питания электродвигателя	Проверить пробником напряжение на зажимах выключателя и, если он неисправен, заменить новым

Неисправность	Причина	Способ устранения
Электродвигатель стартера имеет малую скорость или не достигает требуемой в течение времени, положенного по нормам	Разряжена аккумуляторная батарея	Проверить по вольтметру напряжение на зажимах аккумуляторов при включении электродвигателя стартера. Если примерно через 1—2 *сек* работы напряжение будет ниже $^{3}/_{4}$ нормального значения, отправить аккумуляторы на зарядку
	Недостаточный контакт в соединениях электропроводки в результате ослабления или окисления клемм	Проверить соединение проводов, зачистив и зажав клеммы
	Неровная поверхность коллектора электромотора или загрязнение его	Зачистить коллектор шлифовальной шкуркой зернистостью 5 или 6. Если поверхность коллектора имеет неровности (подгорание, забоины и т. п.), отправить электромотор в ремонт
	Неисправны щетки электромотора (изношены, плохо притерты к коллектору, имеют боковое качение) или заедают в щеткодержателях	Если щетки изношены или имеют большое боковое качание, заменить их. Если они плохо прилегают к коллектору, притереть их и продуть угольную пыль. В случае загрязнения или заедания щеток протереть их и щеткодержатели хлопчатобумажным полотном, смоченным в чистом бензине
	Излишнее трение в механизме стартера в результате: неправильной сборки, неправильной смазки, проникновения масла из двигателя в стартер, повреждения шарикоподшипников или коррозии трущихся деталей	Проверить время достижения маховиком максимальной скорости вращения. Если время меньше нормы, отправить стартер в ремонт
При вращении маховика слышен скрип или стук в стартере	Пробуксовывает или не сцепляется муфта свободного хода	Устранить неисправность муфты или заменить электростартер
При вращении маховика от электродвигателя или вручную винт двигателя вращается или покачивается	Храповик стартера не расцеплен	Расцепить храповик несколькими включениями механизма сцепления или вращением с помощью винта двигателя
	Отсутствует или мал зазор между храповиком стартера и зубьями на коленчатом валу	Проверить натяжение троса ручного сцепления храповика. Проверить зазор между храповиками стартера и двигателя. Устранить заедание в механизме сцепления

Неисправность	Причина	Способ устранения
Храповик стартера не сцепляется	Заедание механизма сцепления в результате загустения смазки или механических повреждений	Подогреть стартер, заменить смазку или устранить механические повреждения
	Обрыв или плохой контакт в цепи управления	Соединить провода, зачистить и зажать клеммы
	Окислились или подгорели контакты переключателя	Заменить переключатель
	Сгорела обмотка соленоида сцепления	Заменить соленоид
	Повреждено тормозное устройство храповика	Заменить тормозное устройство
Стук в стартере в момент сцепления храповика. Винт двигателя покачивается	Заедание в механизме сцепления	Подогреть стартер, заменить смазку или устранить механические повреждения
	Изношены или поломаны зубья храповика	Заменить храповик
Двигатель не запускается. Скорость вращения винта мала, при этом иногда может быть слышен скрип в стартере	Фрикционная муфта стартера имеет малую затяжку в результате износа дисков, поломки или ослабления пружин	Снять стартер для восстановления регулировки муфты или заменить его
В момент сцепления слышен сильный удар или несколько ударов. Винт двигателя не вращается или скорость вращения мала	Сильная затяжка фрикционной муфты	Снять стартер для регулировки муфты
	Заедание в дисках муфты	Отправить стартер в ремонт
	Изношены или поломаны зубья храповика	Заменить храповик
Стартер не запускается от ручного привода	Опущены щетки на коллектор	Поднять щетки или снять с них давление щеточных пружин
	Удлинительный валик ручного привода вращается с большим трением в результате неправильного монтажа или плохой смазки; гибкий валик изогнут по малому радиусу	Проверить монтаж удлинительного валика, смазать опорный подшипник, устранить «перегибы» гибкого валика
Масло из двигателя проникает в механизм стартера	Изношено или повреждено маслоуплотнение	Заменить маслоуплотнение или заменить электростартер
	Заедание в механизме сцепления	Подогреть стартер, заменить смазку или устранить механические повреждения
	Недостаточный люфт в механизме сцепления	Отрегулировать люфт или зазоры

Таблица 33

Характерные неисправности электростартера РИМ-24ИР и способы их устранения

Неисправность	Причина	Способ устранения
Масло из двигателя попадает внутрь стартера	Изношена кожаная шайба	Отправить стартер в ремонт
	Храповик не полностью отходит назад (перетяг троса реле)	Отрегулировать трос реле храповика, чтобы храповик при отходе упирался в кожаную шайбу
Выбег стартера ниже нормы (маховик быстро останавливается)	Заедание, сильная коррозия или поломка шарикоподшипника	Отправить стартер в ремонт
Стартер не запускает двигатель (раскрутка и сцепление происходят нормально)	Изношены диски фрикционной муфты	Снять стартер для переборки и регулировки муфты
Не вращается якорь электродвигателя	Неправильное соединение проводов	Правильно соединить провода
	Оборваны провода в месте пайки наконечников у самого электродвигателя или реле ВМ-177	Проверить исправность сети, обратив внимание на состояние наконечников проводов
		Проверить работу реле ВМ-177, нажимая вниз рычаг переключателя
		При отсутствии щелчков снять ВМ-177, разобрать и устранить неисправность или заменить новым
	Неисправен переключатель ПН-45М	Проверить напряжение на выходных клеммах. При отсутствии напряжения переключатель заменить
	Разряжена аккумуляторная батарея	По вольтметру проверить напряжение батареи при включенном электростартере. Если напряжение падает ниже 16 *в*, батарею заменить
	Обгорели контакты реле ВМ-177	Проверить с помощью контрольной лампы цепь и при неисправности заменить реле
Щетки электродвигателя чрезмерно искрят	Не притерты щетки Нагар на коллекторе	Притереть щетки. Зачистить шлифовальной шкуркой зернистостью 5 или 6 коллектор и продуть щеточную пыль
	Ненормальное усилие пружин щеток	Заменить пружины
	Выработан коллектор	Проточить коллектор, проверить на биение

Продолжение табл. 33

Неисправность	Причина	Способ устранения
Якорь электродвигателя не развивает нужной скорости вращения	Короткое замыкание в отдельных секциях обмотки якоря	Проверить обмотку якоря и при неисправности заменить электродвигатель
	Обгорели контакты реле ВМ-177	Проверить с помощью контрольной лампы цепь и при неисправности заменить реле
	Сгорели изоляционные чулки щеточных проводов и провода замкнулись на корпус	Снять защитную ленту, осмотреть изоляцию щеточных проводов и, если она неисправна, заменить щетки
Реле РА-176 не включает храповик	Заедание механизма включения	Снять стартер и отрегулировать механизм включения
	Неисправен переключатель ПН-45М	Переключатель заменить
	Обрыв проводов обмотки в месте пайки их к выводным клеммам	Проверить работу реле. Неисправное реле заменить
	Обрыв провода сети реле	Проверить провода и исправить сеть
	Сгорела обмотка катушки реле РА-176 из-за передержки его под током	Заменить реле
	Якорь реле РА-176 зажало «взбухшей» массой катушки (от перегрева)	Заменить реле
Пусковая катушка КП-4716 не работает	Обгорели контакты прерывателя	Зачистить контакты
	Сгорела обмотка катушки из-за передержки ее под током	Заменить катушку
Пробуксовывает муфта сцепления во фланце маховика	Фланец маховика сильно изношен по внутреннему диаметру	Сдать стартер в ремонт
	Сильно изношен сепаратор муфты сцепления	То же
	Ролики муфты и фланец маховика забрызганы маслом	Снять электродвигатель и очистить муфту сцепления и фланец маховика от масла
	Сильно изношен и смят стальной кулачок муфты	Заменить муфту сцепления

Особенности эксплуатации электростартера РИМ-24ИР

1. Нормальный режим работы электродвигателя СА-189 и магнитного включателя цикличный: 20 *сек* работа, 20 *сек* перерыв. После трех таких циклов необходимо обязательно делать длительный перерыв (не менее 30 *мин*) для охлаждения агрегатов. Несоблюдение этого режима может привести к сгоранию обмотки электродвигателя и спеканию контактов магнитного включателя.

2. Средняя величина потребляемого тока при раскрутке маховика стартера составляет около 100 *а* в момент запуска — 150 *а*, в конце — 50 *а*, поэтому запуск двигателя следует, как правило, производить от аэродромного источника электроэнергии и лишь при отсутствии последнего пользоваться бортовыми аккумуляторами.

При запуске от бортовых или аэродромных аккумуляторов напряжением 24 *в* раскрутка маховика стартера до достижения номинальной скорости вращения (около 14 000 *об/мин*) производится в течение 10—12 *сек*, при запуске от аэродромного источника питания напряжением 28,5 *в* — в течение 8—10 *сек*.

3. Если при включении электростартера происходит качание лопастей винта, то это означает, что хвостовик коленчатого вала и храповик стартера находятся в зацеплении. В этом случае запуск надо прекратить и для расцепления храповика следует несколько раз нажать на переключатель ПН-45М или вручную провернуть винт по ходу при выключенном зажигании.

4. При запуске двигателя храповик стартера и хвостовик коленчатого вала расцепляются, и поэтому для их сцепления переключатель ПН-45М следует удерживать включенным до полного запуска двигателя. Часто нажимать на переключатель ПН-45М не рекомендуется, так как это может вывести из строя хвостовик стартера.

5. Во время запуска двигателя от аэродромного источника питания следует обращать внимание на плотность контакта вилки аэродромного питания в гнездах розетки. Вследствие большой величины тока, потребляемого электростартером при запуске, в месте плохого контакта возникает сильный перегрев, и штыри могут обгореть.

6. Очень часто неисправности электростартера связаны с попаданием масла на коллектор электродвигателя СА-189, поэтому при осмотрах объекта необходимо обращать внимание на плотность прилегания и затяжку защитной ленты электродвигателя стартера.

СМАЗКИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И КОНСЕРВАЦИИ ГЕНЕРАТОРОВ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКОВ, СТАРТЕР-ГЕНЕРАТОРОВ И СТАРТЕРОВ

Смазка ОКБ-122-7 (ТУ ЕУ-160-59). Смазка представляет собой масло ОКБ-122-16, загущенное высокоплавким церезином и стеаритом лития. Это — смесь приборной жидкости с тяжелыми минеральными маслами высокой очистки, предназначается для смазки шарикоподшипников, работающих при температурах от +120 до —70° С. По внешнему виду это однородная маслянистая мазь от желтого до светло-коричневого цвета без комков и зерен (табл. 34).

Смазка упаковывается в чистые сухие алюминиевые тубы или банки из белой жести емкостью 0,1—0,5 *л* с плотно закрывающимися крышками. На каждую банку наклеивается этикетка с указанием марки смазки, номера партии, времени изготовления, основных физико-химических характеристик и веса. Срок хранения в состоянии поставки два года.

Смазка ЦИАТИМ-201 (УТВМА), ГОСТ 6207—52 представляет собой масло вазелиновое приборное (МВП), загущенное стеаритом лития, и имеет в своем составе стабилизатор-дифениламин. МВП — чистое минеральное масло, изготовленное из доссорской нефти, легколетучее, нейтральное, безводное. Температура застывания его не выше —60° С, температура вспышки не ниже 120° С. По внешнему виду — однородная мазь от светло-желтого до темно-коричневого цвета. По своим свойствам она является универсальной, тугоплавкой, морозостойкой смазкой, работающей в условиях низких и высоких температур от минус 60 до 120° С. (табл. 35).

Смазка пушечная (УНЗ), ГОСТ 3005—51, консистентная, предназначена для смазывания механизмов в летнее время и защиты от коррозии металлических поверхностей, не защищенных иными покрытиями. Она представляет собой минеральное масло, загущенное кальциевыми мылами жирных кислот.

Состав смазки:

масло цилиндровое легкое (ГОСТ 1841—51) — 25—35%;

петролатум (ГОСТ 4096—54) — 60—70%;

церезин всех марок, кроме 57, (ГОСТ 2488—47) — 5±1%;

натр едкий технический (сода каустическая) сорт А или Б (ГОСТ 2263—59), не более — 0,02%.

По внешнему виду это густая масса от светло- до темно-коричневого цвета. Применяется для консервации генераторов (табл. 36).

Таблица 34

Требования к смазке ОКБ-122-7

Показатель	Норма	Метод испытания
Температура каплепадения, не ниже, °С	160	ГОСТ 6793—53
Температура затвердевания, не выше, °С	—70	ТУ ЕУ169—59
Синерезис, при 50° С в течение 48 *ч*, не более, весовые %	2,5	ГОСТ 2633—48
Содержание воды	Отсутствует	ГОСТ 1044—41
Содержание механических примесей	Отсутствует	ГОСТ 6479—53
Содержание свободных щелочей в пересчете на едкий натр, не более, %	0,3	ГОСТ 6707—57
Испытание на коррозию металлических пластинок при 50° С в течение 48 *ч*	Выдерживает	ГОСТ 1037—41
Испаряемость при толщине слоя 0,1 *мм* при 50° С в течение 100 *ч*, %	3,5	ТУ ЕУ 169—59

Таблица 35

Требования к смазке ЦИАТИМ-201

Показатель	Норма	Метод испытаний
Внешний вид	Однородная мазь без комков, от светло- до темно-желтого цвета	
Температура каплепадения, не ниже, °С	170	ОСТ НКТП 7872/2292
Пенетрация (число проницаемости) при температуре:		
25° С	270—320	ГОСТ 5346—50
—60° С	50	ГОСТ 2757—44
Испытание на коррозию	Выдерживает	ГОСТ 5757—51
Термическая стабильность при 60° С в течение 24 *ч*:		
выделение масла, не более, %	4	ГОСТ 2633—48 и ГОСТ 6267—52
испаряемость, не более, %	4	ГОСТ 2633—48 и ГОСТ 6267—52
Химическая стабильность при 100° С и давлении 8 *кГ/см²* в течение 100 *ч*:		
снижение давления, не более, *кГ/см²*	0,35	ГОСТ 5734—53

Показатель	Норма	Метод испытания
кислотное число после окисления в *мг* KOH на 1 *г* смазки, не более	1,0	ГОСТ 5734—53
Содержание свободной щелочи в пересчете на едкий натр, не более, %	0,1	ОСТ НКТП 7872/2292
Содержание воды	Отсутствует	ГОСТ 1044—41
Содержание механических примесей	Отсутствуют	ГОСТ 6479—53
Подвижность смазки при —60° С на оборот подшипника, не более, *сек*	10	ГОСТ 6267—52

Таблица 36

Требования к пушечной смазке (УНЗ)

Показатель	Норма	Метод испытания
Вязкость кинематическая, *сст*, при 60° С, не менее	40	ГОСТ 33—53
Температура каплепадения, °С, не ниже	50	ГОСТ 6793—53 с дополнениями по ГОСТ 3005—51
Испытание на коррозию стальных и медных пластинок при 100° С в течение 3 *ч*	Выдерживает	ГОСТ 5757—51
Испытание предохранительной способности на стальных пластинках при 50° С в течение 30 *ч*	Выдерживает	ГОСТ 4699—53 с дополнениями по ГОСТ 3005—51
Способность сохранять на поверхности металла непрерывный слой при 60° С в течение 24 *ч*, не менее, *мг/см²*	0,6	ГОСТ 1953—54
Кислотное число в *мг* KOH на 1 *г* смазки, не более	0,3	ГОСТ 5985—59
Реакция смазки	Нейтральная или слабощелочная	ГОСТ 6707—57
Содержание воды	Отсутствует	ГОСТ 1548—42
Содержание механических примесей, %, не более	0,07	ГОСТ 6370—59 с дополнениями по ГОСТ 3005—51
Зольность, %, не более	0,07	ГОСТ 1461—59

Смазка НК-50 (СТ) тугоплавкая, консистентная (ГОСТ 5573—50), предназначена для смазывания горячих трущихся частей. Она представляет собой масло МК-22 (ГОСТ 1013—49) или МК из эмбинских нефтей, загущенное натриевыми солями жирных кислот с коллоидальным графитом (табл. 37). Кинематическая вязкость при 100° С не менее 20 *сст*, коксуемость не более 0,8%, кислотное число не более 0,35 *мг* KOH на 1 *г* масла, температура застывания не выше минус 8° С.

Таблица 37

Требования к смазке НК-50

Показатель	Норма	Метод испытания
Пенетрация (число проницаемости) при 25° С	170—225	ГОСТ 5346—50
Температура каплепадения, °С, не ниже	200	ГОСТ 6793—53
Выделение масла из смазки при 50° С, не более, %	6	ГОСТ 2633—48
Испытание на коррозию	Выдерживает	ГОСТ 5757—51
Зольность, %, не более	7	ГОСТ 6474—53
Содержание свободной щелочи в пересчете на натриевую щелочь, %, не более	0,15	ГОСТ 6707—57
Содержание механических примесей	Отсутствуют	ГОСТ 6479—53
Содержание воды, %, не более	0,3	ГОСТ 1044—41

Примечания. 1. Испытание на коррозию производят: на пластинках из стали марки 40, 45 и 50 (ГОСТ 1050—60); на пластинках из бронзы марок Бр. ОЦС-6-6-3 или Бр ОЦС 5-5-5 (ГОСТ 613—50); на пластинках из алюминия АЛ12 (ГОСТ 2685—53).

2. В смазку вводится масляный коллоидно-графитовый препарат МП или МС по ГОСТ 5262—50 не менее 0,5%.

3. Механические примеси определяются в смазке до введения в нее графита.

4. Упаковку, маркировку, хранение, транспортирование и прием смазки производят по ГОСТ 1510—60 и в банках емкостью 1—2 *л*.

5. Отбор проб производят по ГОСТ 2517—60. Для контрольной пробы берут 1 *кГ* смазки.

Технический вазелин (УН), ГОСТ 782—59 — низкоплавкая смазка, предназначенная для защиты металлических поверхностей от коррозии и смазывания механизмов. Смазку получают плавлением в любых соотношениях петролатума (ГОСТ 4096—54), парафина (ГОСТ 784—53) и церезина (ГОСТ 2488—47) с маслами индустриальными (ГОСТ 1707—51 и ГОСТ 2654—51), цилиндровым (ГОСТ 1841—51), кубовыми отходами приборных масел (ГОСТ 1707—51) и тяжелыми парафиновыми и озекеритовыми дистиллятами (табл. 38).

Таблица 38

Требования к техническому вазелину (смазка УН)

Показатель	Норма	Метод испытания
Внешний вид	Однородная мазь без комков от светло- до темно-коричневого цвета	ГОСТ 782—59
Температура каплепадения, °С, не ниже	54	ГОСТ 6793—53
Вязкость кинематическая при 70° С, не менее, *сст*	27	ГОСТ 33—53
Испытание на коррозию	Выдерживает	ГОСТ 5757—51
Кислотность в *мг* KOH на 1 *г* смазки, не более	0,28	ГОСТ 5985—51

Показатель	Норма	Метод испытания
Содержание водорастворимых кислот	Отсутствуют	ГОСТ 6307—52
Содержание водорастворимых щелочей, не более	Следы	ГОСТ 6307—52
Содержание механических примесей, %, не более	0,03	ГОСТ 6370—59
Содержание воды	Отсутствует	ГОСТ 1044—41
Зольность, %, не более	0,07	ГОСТ 6474—53

СВИНЦОВО-КИСЛОТНЫЕ АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ

Авиационные свинцово-кислотные аккумуляторные батареи (аккумуляторы) относятся к химическим источникам тока. По назначению они разделяются на бортовые и аэродромные. К бортовым относятся следующие типы аккумуляторных батарей: 12-А-10, 12-А-30, 12-САМ-28, 12-САМ-55. Они устанавливаются на объекте и предназначаются:

для питания электроэнергией потребителей объекта, когда генератор не работает (на стоянках объекта или при выходе генератора из строя);

для автономного запуска двигателей объектов (кроме 12-А-10).

К аэродромным относятся аккумуляторные батареи 12-АО-50, 12-АО-52 и 12-АСА-145.

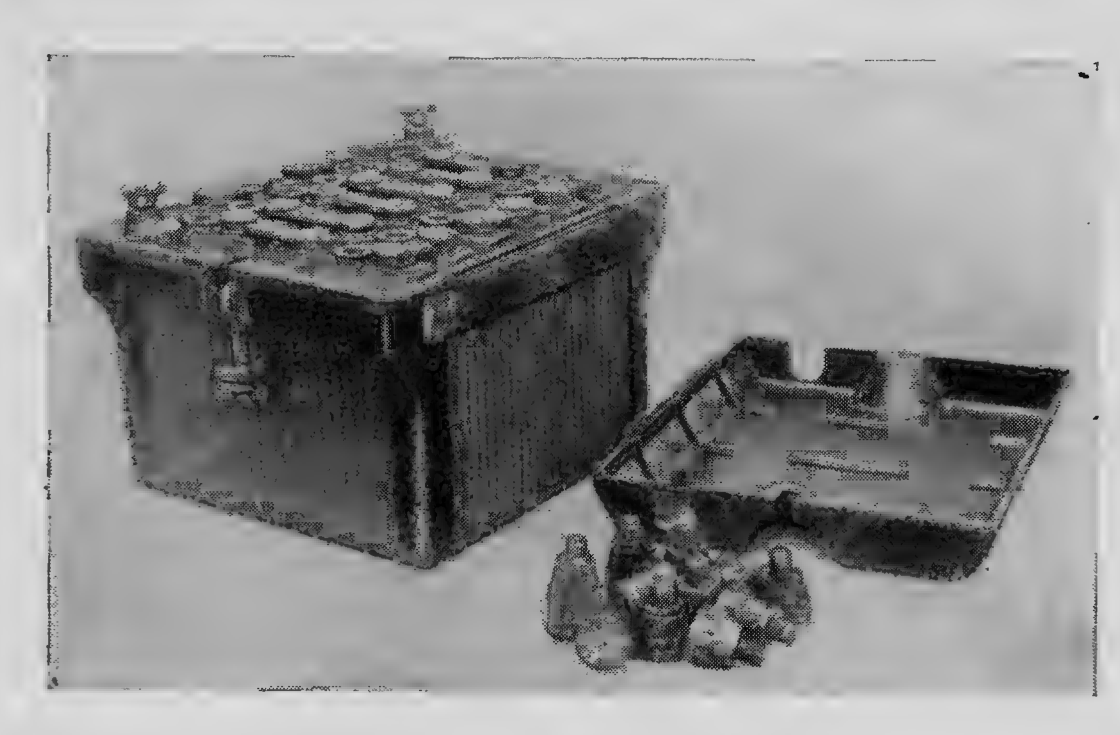


Рис. 64. Аккумуляторная батарея 12-А-10

Они устанавливаются на специальных тележках или автомобилях и предназначаются:

для запусков двигателей объектов всех типов;

для проверки электрооборудования объекта.

Внешний вид аккумуляторных батарей приведен на рис. 64—67.

Типы и маркировка аккумуляторных батарей. Все типы свинцово-кислотных аккумуляторных батарей обозначаются по единому правилу. Цифры перед буквами обозначают количество последовательно соединенных элементов в батарее, буквы — область применения батарей, цифры, стоящие после букв, — емкость в ампер-часах при разряде на основном длительном режиме (10 или 20 *ч*). Авиационные аккумуляторные батареи разделяются на серии (А, САМ, АО, АСА).

Аккумуляторные батареи серии А: 12-А-10, 12-А-30. Маркировка на батареях обозначает: 12 — количество последовательно соединенных элементов; А — авиационные; 10, 30 — емкость в ампер-часах при 10-часовом режиме разряда. (Для батарей 12-А-30 емкость является проектной. Фактическая емкость их на 10-часовом режиме 26 *а·ч*.) Наименование аккумуляторной батареи наносится на эбонитовом моноблоке с помощью гравировки или эмалевой краской.

Каждая аккумуляторная батарея имеет номер, который помещен на положительном выводном контакте.

Аккумуляторные батареи серии САМ: 12-САМ-28, 12-САМ-55. Аккумуляторная батарея 12-САМ-55 состоит из двух самостоятельных шестиэлементных полубатарей, каждая из которых имеет свой номер. Маркировка на батареях обозначает: 12 — количество последовательно соединенных элементов; САМ — стартерная авиационная моноблочная; 28 и 55 — емкость в ампер-часах при 5-часовом режиме разряда.

Наименование аккумуляторной батареи (или полубатареи) наносится на стенке моноблока эмалевой краской или выполнено рельефной надписью при отпрессовке моноблока. Номер батареи (или полубатареи) проставляется на положительном выводном контакте с помощью номератора.

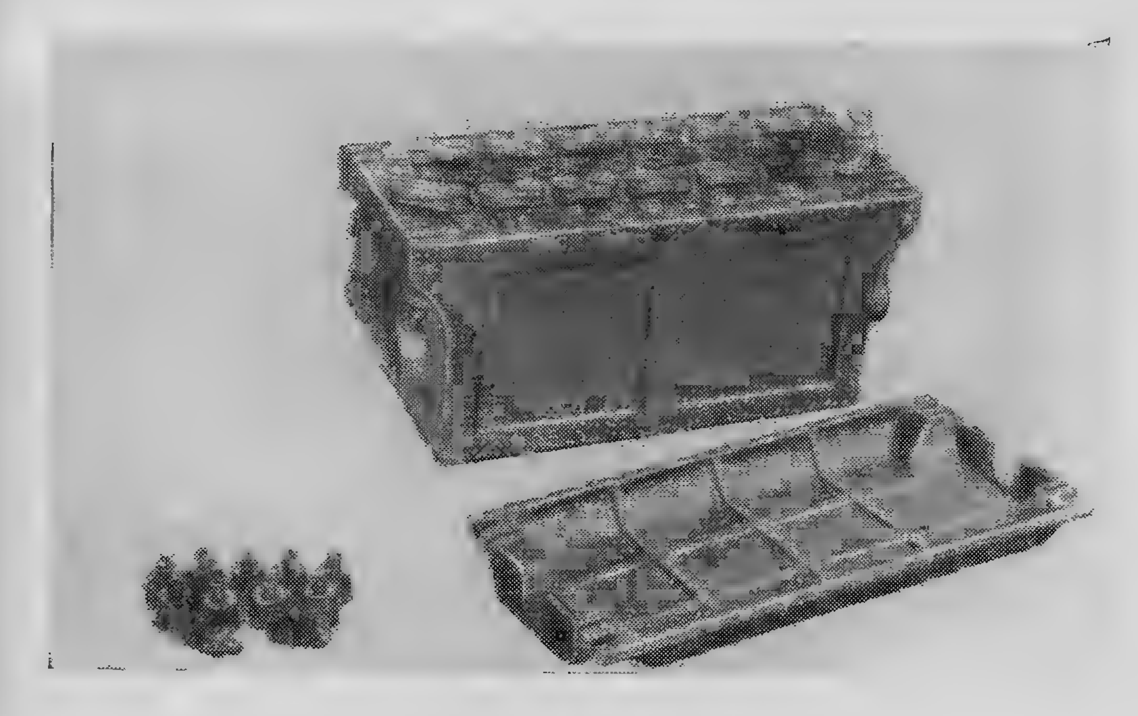


Рис. 65. Аккумуляторная батарея 12-САМ-28

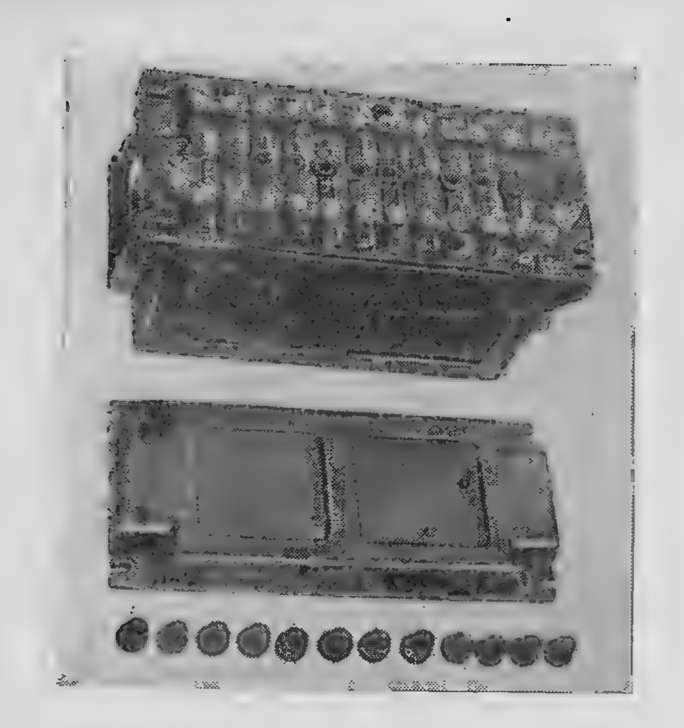


Рис. 66. Аккумуляторная батарея 12-А-30

Аккумуляторные батареи серии АО: 12-АО-50 и 12-АО-52. Маркировка обозначает: 12 — количество последовательно соединенных элементов; АО — аэродромное обслуживание; 50; 52 — номинальная емкость в ампер-часах при 10-часовом режиме разряда. Фактическая емкость батареи 12-АО-50 при 10-часовом режиме разряда составляет 48 *а·ч*. Наименование аккумуляторной батареи наносится на передней стенке футляра эмалевой краской. Номер батареи проставляется на одном из межэлементных соединений.

Аккумуляторные батареи серии АСА: 12-АСА-145. Маркировка обозначает: 12 — количество последовательно соединенных элементов; АСА — аэродромная стартерная авиационная; 145 — емкость батареи в ампер-часах при 5-часовом режиме разряда. Наименование батареи наносится на стенку футляра эмалевой краской. Номер батареи проставляется также эмалевой краской рядом с наименованием. Кроме того, номер батареи проставляется на пятачках с обозначением (+) межэлементного соединения крайнего элемента каждой секции. На пятачках с обозначением (—) межэлементного соединения крайнего элемента каждой секции проставляется дата изготовления батареи (месяц и год). Каждая секция батареи имеет номер, нанесенный на ее боковой стенке эмалевой краской (в скобках рядом с номером батареи).

Другие маркировочные знаки на аккумуляторных батареях. Кроме основных видов маркировки, на батареях наносятся еще следующие знаки:

Для всех моноблочных аккумуляторов на боковых стенках эбонитового моноблока выжигается марка завода (товарный знак). У аккумуляторных батарей 12-АО-50, 12-АО-52 и 12-АСА-145 марка завода наносится совместно с наименованием (в одном трафарете).

На аккумуляторных батареях, прошедших электрические испытания, на боковой стенке моноблока или футляра по диагонали наносится красной эмалевой краской полоса. Это свидетельствует о том, что срок хранения и правила приведения в рабочее состояние этих аккумуляторных батарей отличаются от обыч-

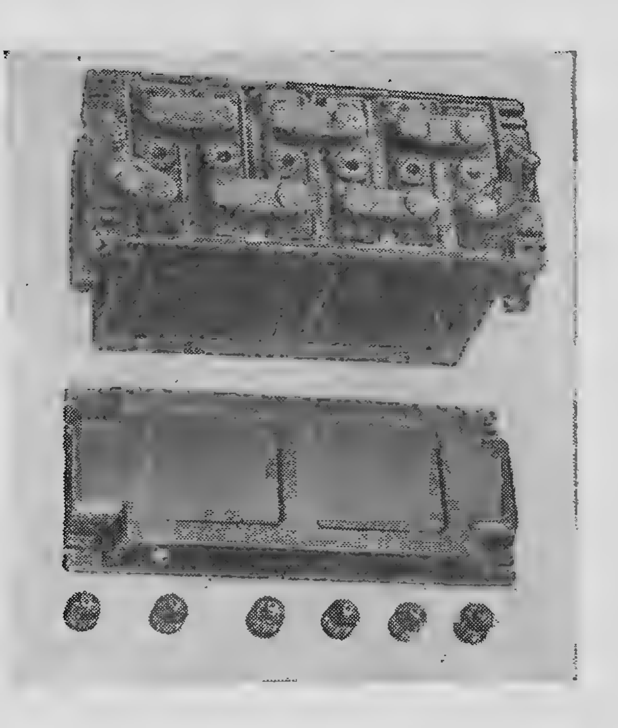


Рис. 67. Аккумуляторная батарея 12-САМ-55

ных. С левой стороны от марки завода эмалевой краской ставится цифровой штамп ОТК, а с правой — цифровой штамп представителя заказчика, производившего приемку батарей. Все другие знаки и цифры, нанесенные на батареи, относятся к внутризаводской маркировке.

Состояние аккумуляторных батарей, отправляемых с завода-изготовителя. Авиационные аккумуляторные батареи выпускаются заводами в сухозаряженном или разряженном состоянии. Особенностью сухозаряженных батарей является длительное (в течение ряда лет) сохранение полученного ими заряда. Для этого после зарядки пластин в процессе формирования их подвергают сушке. Сушка отрицательных пластин производится при высокой температуре в инертной среде. В результате такой сушки из положительных и отрицательных пластин удаляется влага и активные массы сохраняются в заряженном состоянии.

Условием длительного сохранения заряда аккумуляторов является полное отсутствие влаги в элементах, так как она является катализатором процесса окисления отрицательных пластин. Поэтому элементы сухозаряженных батарей герметически закрываются специальными пробками, а сепараторы изготовляются из синтетических материалов и не содержат влаги.

Сухозаряженные батареи имеют то преимущество, что для приведения их в рабочее состояние требуется несколько часов (для пропитки и подзаряда). В случае необходимости быстрого ввода в эксплуатацию можно ограничиться только пропиткой и проверкой аккумуляторов специальным пробником.

Разряженные батареи собираются также из формированных, но разряженных пластин. Для этих батарей тщательная герметизация необязательна; сепарация может быть любой. Срок хранения этих аккумуляторных батарей значительно меньше сухозаряженных, а процесс приведения в рабочее состояние занимает несколько суток.

Кроме этого, заводы поставляют аккумуляторные батареи, прошедшие электрические испытания. После приведения в рабочее состояние и электрических испытаний аккумуляторные батареи подготавливаются к хранению и имеют специальную маркировку. Срок хранения таких батарей значительно меньше, чем у не приводившихся в рабочее состояние. Приводятся в рабочее состояние такие аккумуляторные батареи аналогично разряженным.

Сухозаряженными выпускают авиационные аккумуляторные батареи типов 12-А-10, 12-А-30, 12-САМ-28, 12-САМ-55, 12-АСА-145. Аккумуляторные батареи

этих типов могут поставляться также в разряженном состоянии после электрических испытаний. В разряженном состоянии выпускаются батареи типа 12-АО-50.

Для поставки в разряженном состоянии аккумуляторные батареи на заводе-изготовителе подвергаются специальной обработке, имеющей целью подготовить батареи к хранению без электролита.

При отправке батарей с завода-изготовителя металлическая арматура их (болты и гайки выводных клемм, откидные болты с барашками для крепления крышек и ручки для переноски) смазываются техническим вазелином. Данная консервация арматуры сохраняется в течение всего гарантийного срока хранения батарей.

Примечание. В батареях 12-АО-50, 12-АО-52 и 12-АСА-145 переносные ручки вазелином не смазываются.

Новые батареи до приведения их в рабочее состояние должны храниться в чистом сухом закрытом помещении при температуре 5—30° С с плотно закрытыми пробками.

Способы подготовки аккумуляторных батарей к хранению после электроиспытаний на заводах-изготовителях. Аккумуляторные батареи серии А перед хранением разряжаются силой тока 10-часового режима. Из разряженных батарей выливают весь электролит, для чего батареи оставляют опрокинутыми вниз отверстием в течение нескольких часов. Затем элементы батарей закрывают глухими пробками.

Аккумуляторные батареи типа 12-АО-50 перед хранением разряжают силой тока 5-часового режима. Из разряженных батарей выливают весь электролит, заливают вместо него дистиллированную воду и оставляют на час. Затем воду выливают. Процесс промывки повторяют два раза. Из промытой батареи удаляют воду, для чего батарею оставляют опрокинутой вниз отверстиями на несколько часов. Затем в элементы батареи ввинчивают рабочие пробки. Промывка водой производится с целью сохранения шпона (деревянной сепарации).

Аккумуляторные батареи 12-АСА-145 хранят в полузаряженном состоянии. Для этого полностью заряженную батарею разряжают в течение двух часов током 25 *а*, выливают из элементов электролит и оставляют секции опрокинутыми вниз отверстиями на 8—10 *мин*. Затем в горловины элементных крышек вкладывают укупорочные диски и плотно ввинчивают пробки. Укупорка батарей должна производиться в сухом, обязательно теплом помещении.

Аккумуляторные батареи САМ подготавливают к хранению следующим способом: батареи разряжают силой тока 5-часового разрядного режима; из элементов удаляют электролит и заливают их электролитом (удельный вес 1,260±±0,005), выдерживают в течение часа; затем из элементов выливают электролит, опрокидывают батареи вниз отверстиями и дают стечь электролиту в течение часа. Для окончательного удаления остатков электролита в том же положении (пробочными отверстиями вниз) необходимо, покачивая, батарею несколько раз встряхнуть; в элементы ввинчивают рабочие пробки, на них надевают резиновые колпачки, которые должны плотно охватывать низ пробки и иметь свободную часть над ней. Резиновые колпачки служат своеобразным клапаном, который выпускает все образующиеся в элементе газы и предохраняет пластины от проникновения в них воздуха и от чрезмерного высыхания.

Технические данные аккумуляторных батарей

Авиационные аккумуляторные батареи в зависимости от области их применения и предъявляемых к ним требований имеют различные характеристики. Электрические характеристики в длительном (5- и 10-часовом) и стартерном режимах разряда приведены для аккумуляторных батарей серии А — в табл. 39, серии САМ — в табл. 40, серии АСА — в табл. **41**.

Таблица 39

Электрические характеристики батарей серии А

Тип батарей	Напряжение, *в*	Режим разряда								Максимально допустимый ток при разряде, *а*	Вес батареи с электролитом, *кГ*	Среднесуточный саморазряд, %	
		длительный 10-часовой				стартерный (5-минутный)							
		Емкость, *а·ч*	Разрядный ток, *а*	Конечное напряжение на элементе, *в*	Средняя температура электролита, °С	Разрядный ток, *а*	Время разряда, *мин*	Конечное напряжение на элементе, *в*	Начальная температура электролита, °С			при бездействии 15 суток	при бездействии 30 суток
12-А-10	24	10	1,0	1,7	25	30	5	1,4	25	60,0	14,5	1,2	1,1
12-А-30	24	26	3,0	1,7	25	107	5	1,2	25	210	27,8	1,3	1,0

Примечания. 1. Указанные в таблице емкости 10-часового режима гарантируются, начиная с 4-го цикла. В период с 1-го по 3-й цикл емкость должна быть не меньше 90% от указанной в таблице.
2. Емкость в 5-минутном режиме разряда гарантируется для 12-А-10 с 1-го цикла, а для 12-А-30 — с 4-го.

Таблица 40

Электрические характеристики батарей серии САМ

Тип батарей	Напряжение, *в*	Режим разряда										Максимально допустимый разрядный ток, *а*
		длительный (5-часовой)				стартерный (запусковый)						
		Емкость, *а·ч*	Разрядный ток, *а*	Конечное напряжение на элементе, *в*	Средняя температура электролита, °С	Пределы изменения силы тока во время запуска, *а*	Длительность запуска, *сек*/Длительность паузы, *мин*	Количество запусков	Количество запусков при $t_{нач}$ = −5±2° С	Напряжение батареи в конце запуска, *в*		
12-САМ-28	24	28	5,6	1,7	25	650—75	45/3	4 (при $t_{нач}=20\pm2°$ С)	2	16		750
12-САМ-55	24	55	11	1,7	25	1300—360	25/2	5 (при $t_{нач}=25\pm2°$ С)	3	16		1500

Примечания. 1. Указанное в таблице количество запусков при $t=25\pm2°$ С для батарей 12-САМ-28 и 12-САМ-55 гарантируется начиная со 2-го цикла. На первом цикле количество запусков (включений) на одно меньше по сравнению с гарантированным.
2. Емкость батарей при 5-часовом режиме разряда, указанная в таблице, гарантируется в первый год эксплуатации (начиная с 3-го цикла) для батарей 12-САМ-28 и 12-САМ-55. В последующий период эксплуатации и до окончания гарантий емкость батарей должна быть не менее 23 *а·ч*. для 12-САМ-28 и 50 *а·ч*. для 12-САМ-55.

Таблица 41

Электрические характеристики батарей серии АСА

Тип батареи	Напряжение, в	Режим разряда: длительный (5-часовой): Емкость, а·ч	Разрядный ток, а	Конечное напряжение на элементе, в	Средняя температура электролита, °С	Пределы изменения силы тока во время запуска, а	Режим разряда: стартерный (запусковый): Длительность запуска, сек/Длительность паузы, мин	Количество запусков при $t_{нач} = +20 \pm 2°$ С	Количество запусков после 6-часового пребывания в среде при $t = -40°$ С, если $t_{нач}$ электролита $-10°$ С	Напряжение батареи в конце запуска, в	Максимально допустимый разрядный ток, а
12-АСА-145	24	145	25	1,75	25	140—1350—250	30/1,5	18	8	18	1500

Примечания. 1. Указанное в таблице количество запусков при температуре электролита 20° С гарантируется на всем протяжении срока службы.

2. Количество запусков после пребывания в течение 6 *ч* в среде с температурой —40° С гарантируется, начиная с 7-го цикла. Если температура электролита будет ниже —10° С, то количество включений следующее: при температуре электролита —12° С — не менее 7 запусков, —15° С — не менее 6 запусков, —18° С — не менее 5 запусков.

3. Емкость 145 *а · ч* гарантируется на всем протяжении срока службы.

Конструкция аккумуляторных батарей 12-А-10, 12-А-30, 12-САМ-28, 12-САМ-55

Аккумуляторные батареи 12-А-10, 12-А-30, 12-САМ-28 и 12-САМ-55 собираются в прессованных из эбонита моноблоках. Все перечисленные батареи, за исключением 12-САМ-55, собираются каждая в одном 12-гнездном моноблоке. Батареи 12-САМ-55 собираются в двух раздельных 6-гнездных моноблоках.

Моноблок *1* (рис. 68) представляет собой монолитный эбонитовый корпус с изолированными друг от друга камерами-ячейками, которые служат сосудами для элементов батареи. Моноблоки батареи 12-А-10 имеют 12 камер, расположенных в два ряда. Моноблоки *1* (рис. 69) батарей 12-А-30 и 12-САМ-28 имеют 12 камер, расположенных в один ряд. Моноблок батареи 12-САМ-55 имеет 6 камер, расположенных в один ряд. Батарея собирается в двух самостоятельных моноблоках. Каждый отдельно собранный моноблок именуется полубатареей 12-САМ-55 (рис. 70).

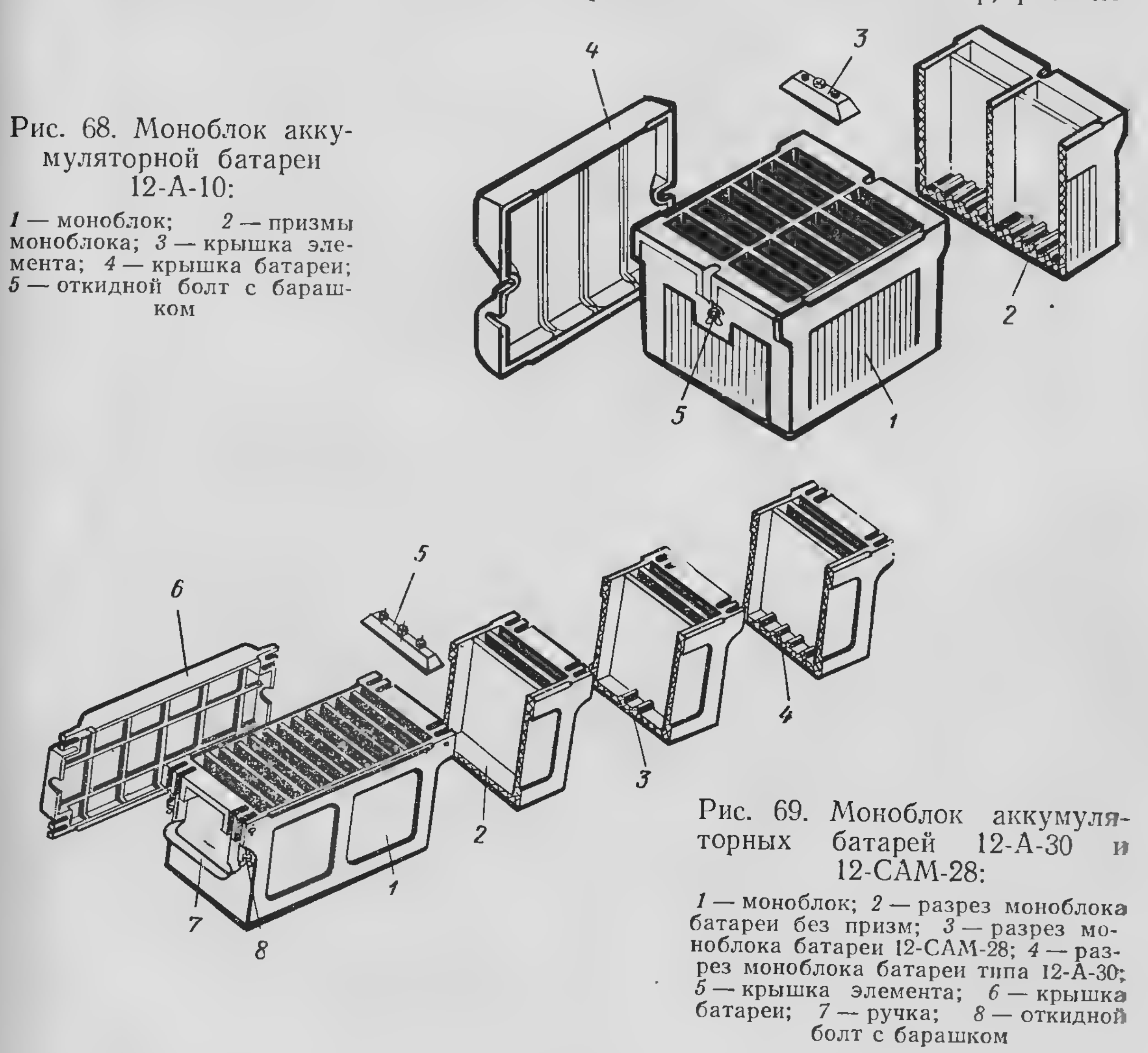


Рис. 68. Моноблок аккумуляторной батареи 12-А-10:

1 — моноблок; *2* — призмы моноблока; *3* — крышка элемента; *4* — крышка батареи; *5* — откидной болт с барашком

Рис. 69. Моноблок аккумуляторных батарей 12-А-30 и 12-САМ-28:

1 — моноблок; *2* — разрез моноблока батареи без призм; *3* — разрез моноблока батареи 12-САМ-28; *4* — разрез моноблока батареи типа 12-А-30; *5* — крышка элемента; *6* — крышка батареи; *7* — ручка; *8* — откидной болт с барашком

На дне камер моноблоков 12-А-10 и 12-А-30 имеется по четыре выступа — призмы *2* (рис. 68, 69), служащих опорой для пластин полублоков. Пластины своими ножками упираются на вершины призм. На две призмы опираются пластины полублока одной полярности, а на две другие — пластины полублока другой полярности. Пространство между призмами служит сборником активной массы, выпадающей в процессе эксплуатации батарей. Такое разделение опорных призм и подъем их вершин над уровнем дна моноблока обеспечивают защиту

низа блока элемента от преждевременных коротких замыканий разноименных пластин в процессе эксплуатации батарей.

В моноблоках батарей 12-САМ-28 и 12-САМ-55 камеры имеют по две призмы 2 (см. рис. 70), служащие опорой для пластин положительного полублока. Пластины отрицательного полублока опираются на отдельные эбонитовые опорные башмаки, которые надеваются на низ блока и вместе с блоком ставятся на дно камеры моноблока.

С торцовых сторон моноблока в специальных пазах шарнирно закреплены откидные болты *6* (рис. 70) с барашками, служащими для крепления верхней крышки батареи, и ручки *5* для переноски батареи. У моноблоков батарей 12-А-10 ручек нет. Откидные болты с барашками и ручки для защиты от действия кислоты покрыты слоем свинца электрохимическим способом.

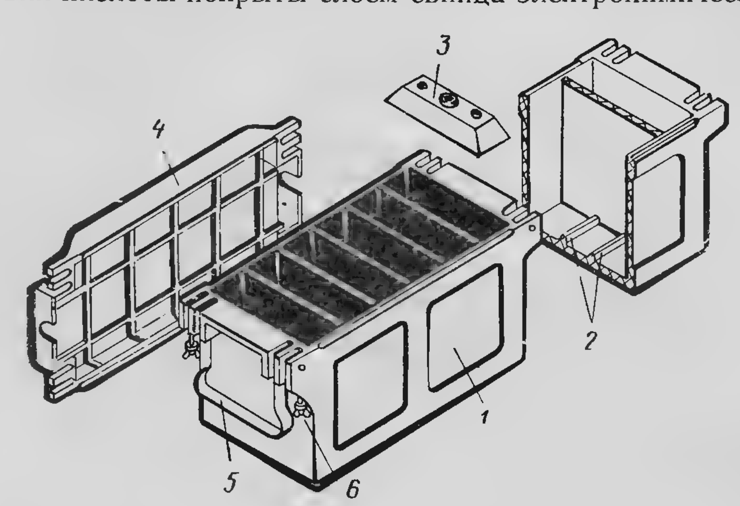


Рис. 70. Моноблок аккумуляторной батареи 12-САМ-55:

1 — моноблок; *2* — призмы моноблока; *3* — крышка элемента; *4* — крышка полубатареи; *5* — ручка; *6* — откидной болт с барашком

Устройство элементов. В зависимости от емкости батареи и ее эксплуатационных режимов разряда блоки элементов имеют разное количество пластин и различные толщину и габаритные размеры (табл. 42). Батареи, эксплуатируемые в основном на длительных режимах разряда, например 12-А-10 и 12-А-30, имеют толщину пластин 1 и 3—2 *мм* и выше (рис. 71). Батареи 12-САМ-28 и 12-САМ-55, эксплуатируемые как стартерные для запуска двигателя, т. е. работающие в основном в коротких режимах разряда, имеют толщину положительных пластин *3* и отрицательных *1*, равную 1 *мм* (рис. 72).

Таблица 42

Характеристики деталей блока

Характеристика	Тип батареи			
	12-А-10	12-А-30	12-САМ-28	12-САМ-55
Количество положительных пластин	2	3	6	12
Количество отрицательных пластин	3	4	6	12
Толщина положительных пластин, *мм*	4,4	2,3	1,0	1,0
Толщина отрицательных пластин, *мм*	3,4	1,9	1,0	1,0
Размер пластин: длина, высота, *мм*	77×74	143×110	143×117	143×117
Сепаратор ребристый мипоровый с толщиной по ребру, *мм*	1,6	1,1	0,8	0,8

Применение в батареях серии САМ тонких пластин позволяет при тех же габаритах аккумулятора, как у 12-А-30, увеличить количество пластин, а следовательно, и активную их поверхность, в результате химические реакции протекают более быстро и полно. По тем же соображениям, а также для уменьшения внутреннего сопротивления аккумулятора расстояния между пластинами уменьшены. Все это позволяет получить от аккумулятора больший коэффициент использования активных материалов, большую удельную емкость (на 1 *кг* активных материалов), а также большую устойчивость работы в стартерных режимах, т. е. при разрядах большой силой тока в короткие промежутки времени. Во всех перечисленных типах батарей применяются мипоровые ребристые сепараторы соответствующей толщины.

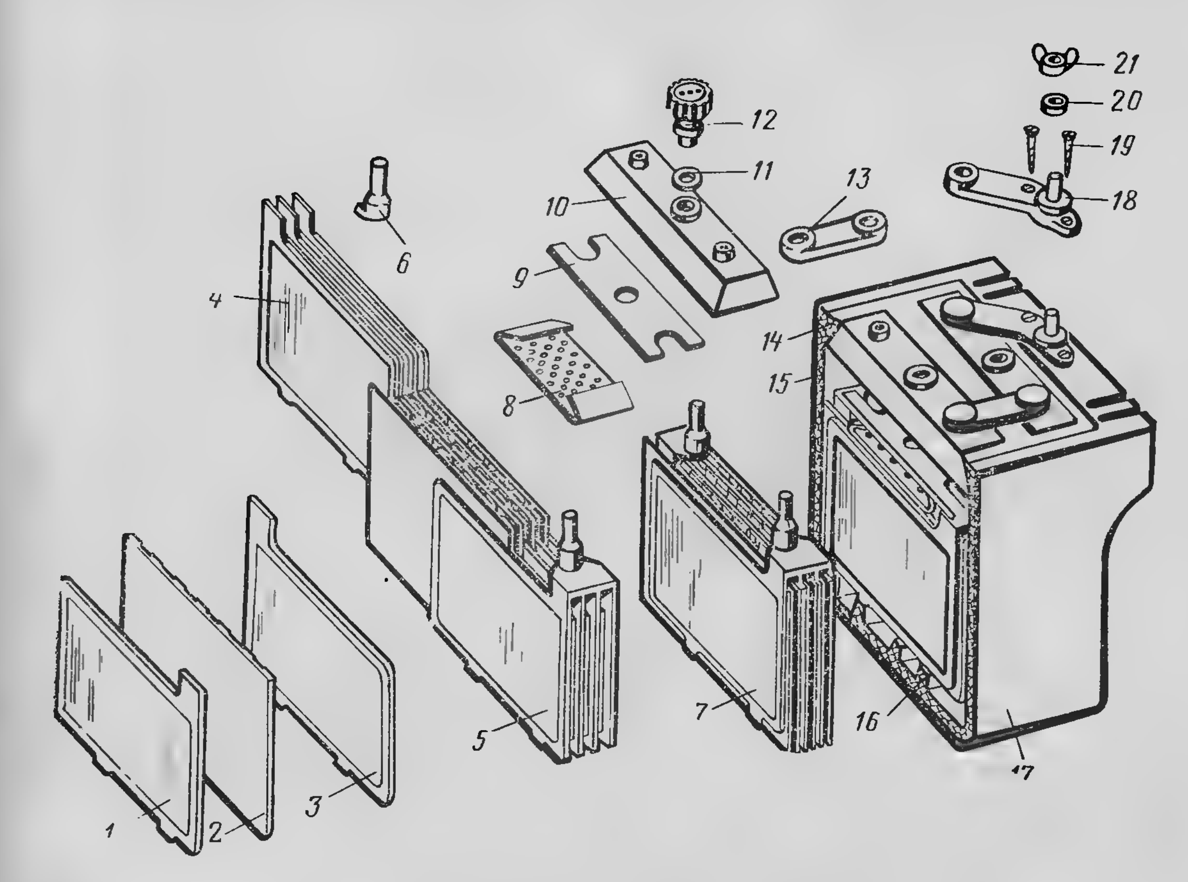


Рис. 71. Элемент аккумуляторной батареи 12-А-30:

1 — отрицательная пластина; *2* — сепаратор; *3* — положительная пластина; *4* — положительный полублок; *5* — отрицательный полублок; *6* — борн (баретка); *7* — блок; *8* — предохранительный винипластовый щиток; *9* — отражательный эбонитовый щиток; *10* — крышка элемента; *11* — шайба под пробку; *12* — рабочая вентиляционная пробка; *13* — межэлементная перемычка; *14* — мастика заливочная; *15* — резиновое уплотнение; *16* — опорные призмы; *17* — моноблок; *18* — выводная клемма с болтом; *19* — шуруп; *20* — шайба; *21* — барашек

Борны полублоков батарей серий САМ, АСА и АСАМ, в отличие от борнов полублоков серий А и АО, имеют залитый в свинцово-сурьмянистый корпус медный стержень, который повышает токопроводность борна при небольшом его диаметре и обеспечивает разряд батареи большой силой тока.

В верхней части блока с целью защиты верхних кромок сепараторов от поломки их при замере уровня и удельного веса электролита или его температуры прокладывается тонкий перфорированный винипластовый предохранительный щиток *8* (см. рис. 71).

Выше винипластового предохранительного щитка с опорой на лапку борна помещен эбонитовый щиток *9* с центральным отверстием. Щиток, находясь над уровнем электролита, предохраняет его от выплескивания из элемента при работе батареи в условиях вибрации. Он носит название отражательного.

При приведении батареи в рабочее состояние и при эксплуатации ее необходимо уровень электролита мерить от нижнего винипластового предохранительного щитка, а не от верхнего эбонитового.

Собранный блок помещают в ячейку моноблока и накрывают фасонной эбонитовой камерной крышкой элемента с тремя отверстиями. Крайние отверстия предназначены для вывода борнов положительных и отрицательных полублоков, среднее отверстие предназначено для заливки и смены электролита и для выхода газов, образующихся внутри элемента аккумулятора при работе аккумуляторной батареи.

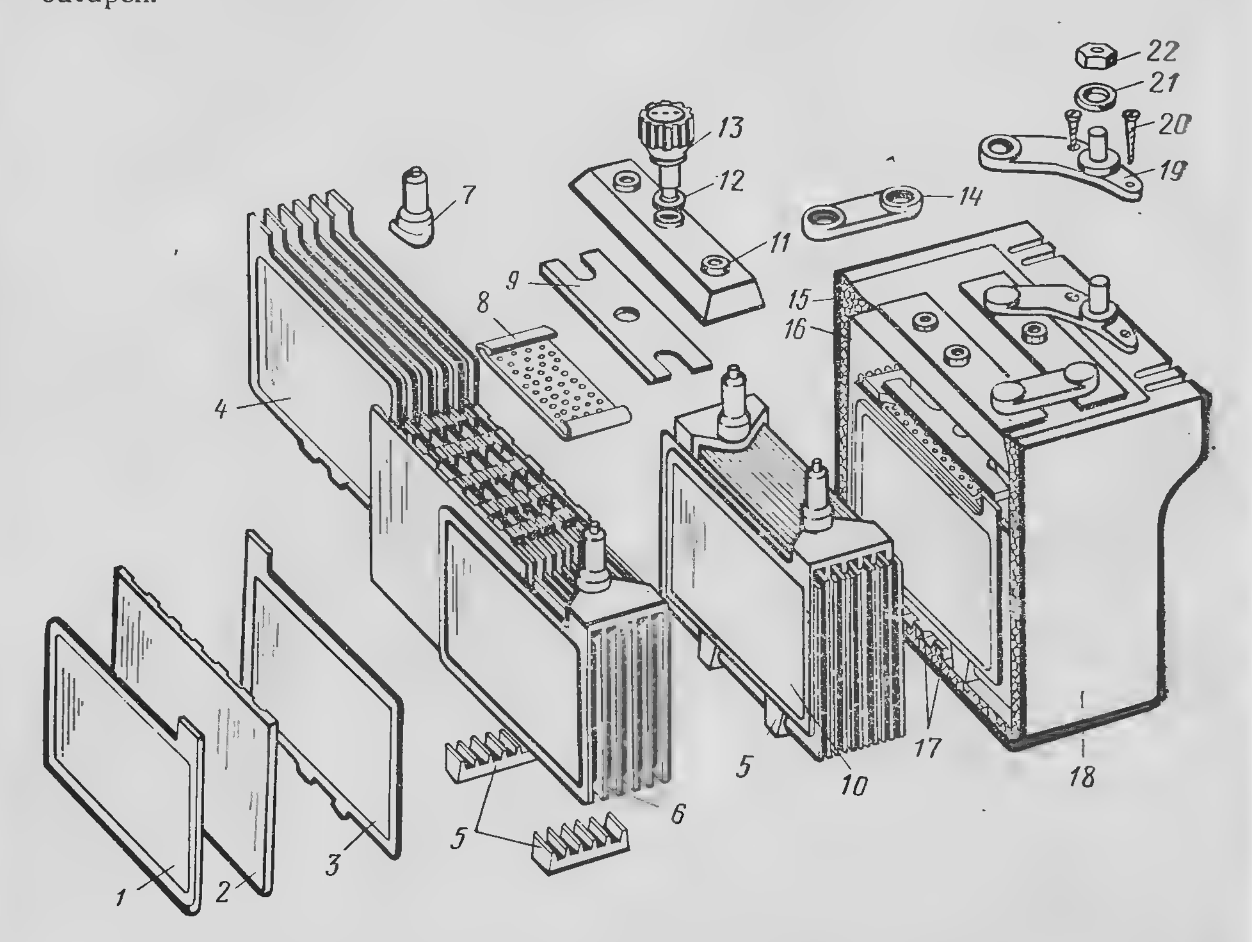


Рис. 72. Элемент аккумуляторной батареи 12-САМ-28:

1 — отрицательная пластина; *2* — сепаратор; *3* — положительная пластина; *4* — положительный полублок; *5* — опорные башмачки отрицательного полублока; *6* — отрицательный полублок; *7* — борн (баретка); *8* — предохранительный винипластовый щиток; *9* — отражательный эбонитовый щиток; *10* — блок; *11* — крышка элемента; *12* — шайба под пробку; *13* — рабочая вентиляционная пробка; *14* — межэлементная перемычка; *15* — мастика заливочная; *16* — резиновое уплотнение; *17* — опорные призмы положительного полублока; *18* — моноблок; *19* — выводная клемма с болтом; *20* — шуруп; *21* — шайба; *22* — гайка

В крайние отверстия крышки впрессованы втулки, выступающие над верхней плоскостью крышки на 4—5 *мм*. При сборке аккумулятора выведенные борны через отверстия втулок спаиваются с выступающими бортиками втулок. Средние отверстия камерных крышек плотно закрываются специальными пробками. Для обеспечения герметичности аккумуляторов зазоры между крышками и стенками моноблока уплотняют тонким асбестовым шнуром, сырой резиной или резиновой рамкой и промежутки между крышками заливают кислотостойкой и температуроустойчивой мастикой. Заливочная мастика выдерживает без деформации и без растрескивания изменение температур от 50 до —50° С.

Все элементы последовательно соединены между собой в батарею межэлементными перемычками *14* (см. рис. 72). От крайних элементов на торцовую стенку моноблока выведены клеммы, которые состоят из винта с барашком или гайкой и свинцово-сурьмянистого корпуса и служат для присоединения аккумуляторных батарей к внешней цепи. Для повышения механической прочности и электропроводности винты у клемм батарей 12-САМ-28 приварены к стальной планке, находящейся внутри свинцово-сурьмянистого корпуса, а у клемм батарей 12-САМ-55 к медной планке. Сверху аккумуляторные батареи закрываются эбонитовыми крышками *6* (см. рис. 69), которые закреплены откидными болтами с барашками.

Пробки. В авиационных аккумуляторных батареях серий А и САМ применяются два вида пробок: глухие и рабочие. Глухие пробки (рис. 73, *а*) устанавливают при консервации аккумулятора или при длительном его хранении до ввода в эксплуатацию. Все аккумуляторы, поступающие с заводом в сухозаряженном состоянии, закрыты глухими пробками.

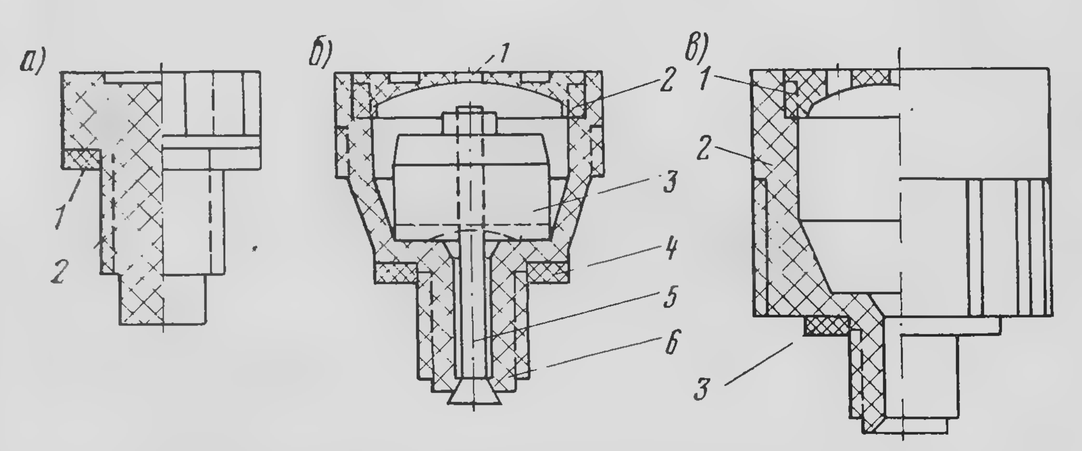


Рис. 73. Конструкция пробок аккумуляторных батарей:

а — глухая пробка для аккумуляторных батарей 12-А и 12-САМ;
1 — резиновая шайба; *2* — корпус пробки;

б — рабочая пробка для аккумуляторных батарей 12-А и 12-САМ-28:
1 — отверстие для вывода газов; *2* — крышка корпуса пробки; *3* — свинцовый груз; *4* — резиновая шайба; *5* — резиновый клапан; *6* — корпус пробки;

в — рабочая пробка для аккумуляторных батарей 12-САМ-55:
1 — крышка; *2* — корпус; *3* — резиновая шайба

Конструкция рабочих пробок батарей серий А и 12-САМ-28 показана на рис. 73, *б*. Внутри эбонитового корпуса *6* пробки помещен свинцовый грузик *3* весом 18 *Г*, в который заделан конец резинового клапана *5*. Сверху корпус рабочей пробки закрыт крышкой *2*, имеющей отверстие.

В нормальном положении пробки грузик давит на стержень клапана *6* и открывает кольцевой канал корпуса для выхода газов. Снизу грузик имеет прорези, по которым газы проходят в верхнюю камеру корпуса пробки, откуда через отверстие в крышке они выходят наружу. При наклоне пробки от 90 до 180° грузик падает на боковую стенку и втягивает стержень клапана, который своей головкой закрывает нижнее отверстие и герметизирует аккумуляторы. Конструкция рабочей пробки батареи 12-САМ-55 показана на рис. 73, *в*. Габаритные размеры и веса батарей 12-А-10, 12-А-30, 12-САМ-28 и 12-САМ-55 (рис. 74) приведены в табл. 43.

Аккумуляторная заливочная мастика. Для герметизации поверхность аккумуляторных батарей вокруг элементных крышек и между ними заливается специальной мастикой, разогретой до 180—205° С или карбинольным клеем.

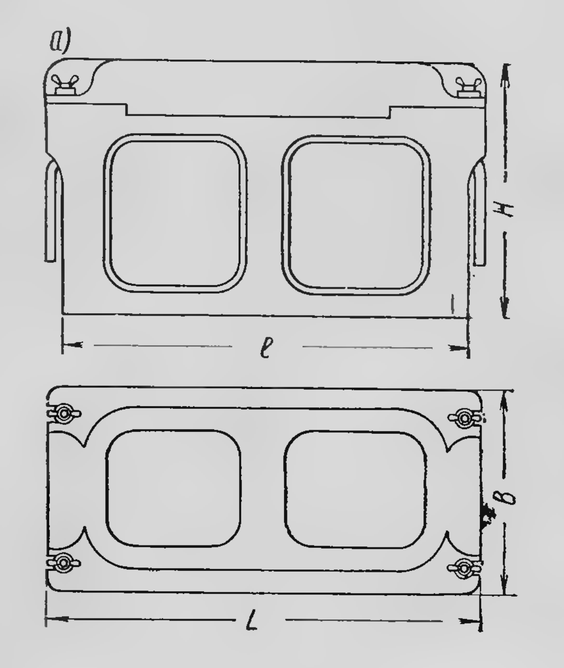
Рецепты мастик, употребляемых для авиационных аккумуляторов, приведены в табл. 44; требования, предъявляемые к готовым заливочным мастикам, — в табл. 45, состав карбинольного клея — в табл. 46.

Битумно-асбестовая мастика употребляется для всех типов батарей, кроме 12-САМ-55, для которых употребляется мастика АМ-55.

Таблица 43

Габаритные размеры и веса батарей

Тип батареи	Габаритные размеры, *мм*				Вес батареи с электролитом не более, *Гк*
	Длина верхней части (*L*)	Длина нижней части (*l*)	Ширина (*B*)	Высота с крышкой (*H*)	
12-А-10	223^{+3}_{-2}	189^{+3}_{-2}	186^{+3}_{-2}	$165^{+5}_{-1,5}$	14,5
12-А-30	369±3	323—4	163^{+3}_{-1}	214^{+2}_{-4}	27,8
12-САМ-28	369±3	323—4	163^{+3}_{-1}	214^{+2}_{-4}	28,5
Полубатареи 12-САМ-55	369±3	323±3	164^{+3}_{-1}	214^{+4}_{-2}	29,0



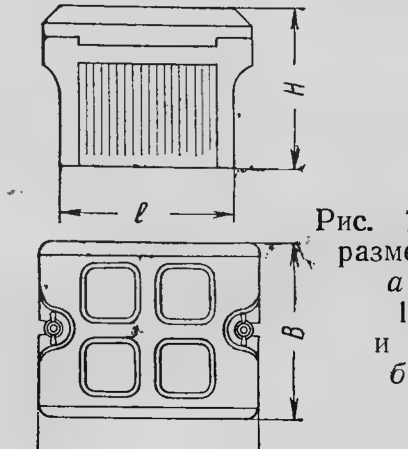


Рис. 74. Габаритные размеры батарей: *а* — 12-А-30; 12-САМ-28 и 12-САМ-55; *б* — 12-А-10

Таблица 44

Состав мастик битумно-асбестовой и АМ-55

Состав мастики	Содержание по весу, %	Состав мастики	Содержание по весу, %
Битумно-асбестовая		АМ-55	
Битум № 5 из беспарафинистых нефтей (ГОСТ 1544—52 или ТУ 290—53)	58—50	Полупродукт (ВТУ МПСС № 1—02 от 1952 г.):	
Минеральное масло марки МТ-16 (ГОСТ 6360—58)	25	26% битума нефтяного № 5 (ТУ 290—49) с температурой размягчения 104—110° С	
Асбест молотый, просеянный через сито			

Состав мастики	Содержание по весу, %	Состав мастики	Содержание по весу, %
20 меш. (меш. — число отверстий на 1 погонный дюйм сита)	17—25	74% шинного регенератора (ГОСТ 3350—63) с мягкостью 2,9—3,1	57
		Асбест молотый . . .	16
		Минеральное масло МТ-16	27

Таблица 45

Требования к заливочным мастикам

Характеристика	Для битумно-асбестовой мастики	Для мастики АМ-55
Температура размягчения по методу «Кольцо и шар», °С, не ниже . .	65	80
Пенетрация при 25° С по Ричардсону, не ниже	45	70
Содержание асбеста, %	21±4	16±3

Примечание. Пенетрация показывает отклонение стрелки в градусах по прибору Ричардсона, соответствующее глубине проникновения иглы прибора в десятых долях миллиметра.

Таблица 46

Состав карбинольного клея

Состав	Количество в весовых частях
Карбинольный сироп (АМТУ 391—57)	100
Перекись бензоила (ТУ МХП 1897—49)	3
Асбест молотый, просеянный через сито 20 меш.	50

Основные технические требования к аккумуляторной серной кислоте и дистиллированной воде

Аккумуляторная серная кислота должна быть прозрачна и бесцветна, допускается желтоватая окраска.

Содержание примесей, допустимых в чистой аккумуляторной серной кислоте 92—94% концентрации (удельный вес 1,84), согласно ГОСТ 667—58 должно быть в пределах, указанных в табл. 47.

При составлении электролита для авиационных аккумуляторных батарей должна применяться только совершенно чистая дистиллированная вода (для разведения кислоты до нужной концентрации).

Основную проверку кислоты и воды на наиболее вредные и часто встречающиеся примеси хлора, железа и меди можно производить на аккумуляторно-зарядной станции. Для этого надо иметь не менее двух пробирок и небольшие количества химически чистой азотной кислоты, азотно-кислого серебра (ляписа) и желтой кровяной

Таблица 47

Допустимое содержание примесей в аккумуляторной серной кислоте

Примесь	Допустимое количество, %
Нелетучий остаток . .	Не более 0,05
Марганец	То же 0,0001
Железо	„ 0,012
Мышьяк	„ 0,0001
Хлор	„ 0,001
Окислы азота	„ 0,0001
Платина	Отсутствует
Медь	То же
Серебро	„
Висмут	„
Сурьма	„

соли, а также чистой дистиллированной воды и химически чистой аккумуляторной серной кислоты.

Проверка серной кислоты и дистиллированной воды

а) **На отсутствие взвешенных частиц и окраски.**
Наполнить одну пробирку проверяемой водой, другую — кислотой и рассмотреть их содержимое на солнечный свет. При помутнении или хотя бы слабой окраске воды она бракуется, при наличии помутнения или бурой окраски кислоты она также бракуется; допустима только желтоватая ее окраска.

б) **На хлор.** Наполнить на три четверти чистую пробирку проверяемой водой, добавить 3—4 капли химически чистой азотной кислоты, затем 4—5 капель раствора азотнокислого серебра (ляписа) и встряхнуть пробирку. Если через 1—2 *мин* в растворе образуется белое облачко, вода непригодна.

Проверка кислоты на хлор выполняется таким же образом, только в пробирку наливается слабый раствор ее, который должен быть сделан в чистой, заранее проверенной дистиллированной воде. При этом появление через 1—2 *мин* «молочного облачка» также свидетельствует о наличии в кислоте недопустимо бо́льшого количества примеси хлора.

в) **На железо, медь и другие примеси.** Для этой проверки надо иметь чистую дистиллированную воду и химически чистую серную кислоту.

Проверяемая вода наливается в пробирку и подкисляется несколькими каплями чистой серной кислоты; проверяемая кислота разбавляется в пробирке чистой дистиллированной водой. В пробирку с раствором добавляется 1 *см*³ азотной кислоты (удельный вес 1,2 *г/см*³), после чего раствор нагревается до кипения и охлаждается. Затем в раствор добавляется 2—3 *см*³ желтой кровяной соли.

При недопустимом количестве железа раствор в пробирке окрашивается в синий цвет (допустимо слабое голубоватое или зеленоватое окрашивание). Окрашивание в красно-бурый цвет указывает на недопустимое количество примеси солей меди, в зеленый цвет — на другие недопустимые примеси.

Содержание примесей в воде, идущей на приготовление электролита, не должно превышать количеств, указанных в табл. 48.

Таблица 48

Допустимое содержание примесей в воде

Примеси	Количество, *мг/л*
Плотный остаток . .	60
Прокаленный остаток .	0,5
Железо	40
Хлор	5,0
Окись кальция и магния	10,0
Расход сантинормального раствора $KMnO_4$ на окисление органических веществ	25 *см*³

Таблица 49

Допустимые содержания примесей в готовом электролите

Примеси	Количество, *г/л*
Железо	0,10
Медь	0,10
Сурьма	0,001
Хлор	0,05
Мышьяк	0,001
Марганец	0,001
Уксусная кислота . .	0,065

Содержание примесей в готовом электролите не должно превышать количеств, указанных в табл. 49.

Применение кислоты, воды или готового электролита с большим содержанием вредных примесей плохо сказывается на аккумуляторных батареях: приводит к преждевременному разрушению электродов (пластин), в первую очередь, положительных, к усиленному саморазряду и сульфатации пластин.

При повышении температуры на 1° С плотность электролита уменьшается примерно на 0,0007, а при понижении температуры на 1° С, наоборот, увеличивается на 0,0007. Исходной считается температура 25° С.

Пересчет фактической плотности электролита в зависимости от температуры приводится в табл. 50, а температура замерзания электролита — в табл. 51.

Таблица 50

Изменение плотности электролита в зависимости от температуры

Температура электролита, °С	Поправка	Температура электролита, °С	Поправка
50	0,0175	0	—0,0175
45	0 0140	—5	—0,0210
40	0,0105	—10	—0,0245
35	0,0070	—15	—0,0280
30	0,0035	—20	—0,0315
25	0,0035	—25	—0,0350
20	0,0035	—30	—0,0385
15	—0,0070	—35	—0,0420
10	—0,0105	—40	—0,0455
5	—0,0140	—45	—0,0490

Таблица 51

Температура замерзания электролита

Плотность при $t=25°$ С	Температура замерзания, °С	Плотность при $t=25°$ С	Температура замерзания, °С	Плотность при $t=25°$ С	Температура замерзания, °С
1,300	—74	1,220	—36	1,140	—12
1,290	—72	1,210	—30	1,130	—11
1,280	—69	1,200	—28	1,120	—10
1,270	—64	1,190	—24	1,110	—8
1,260	—58	1,180	—21	1,100	—7
1,250	—52	1,170	—18	1,050	—4
1,240	—47	1,160	—16	1,000	—0
1,230	—42	1,150	—14		

Необходимые количества раствора серной кислоты (плотность 1,4) и воды для приготовления 1 *л* электролита

Таблица 52

Плотность приготовленного электролита при $t=25°$ С	Раствор серной кислоты		Вода, *см*³
	*см*³	*г*	
1,060	140	196	875
1,120	277	387	755
1,240	573	805	484
1,260	625	875	439
1,265	640	895	420
1,285	685	960	379

Предупреждение. Категорически запрещается вливать воду в кислоту, так как при этом вода закипает и разбрызгивается вместе с частицами кислоты. Это может вызвать тяжелые ожоги.

Необходимое количество электролита для первоначальной заливки одной батареи

Таблица 53

Аккумуляторные батареи	Количество электролита, л (округленно)
12-А-10	1,5
12-А-30	3,6
12-САМ-28	3,6
12-САМ-55 (для полубатареи)	4,0
12-АСА-145	17,5
12-АО-50	4,4
12-АО-52	7,0

Приведение в рабочее состояние и правила зарядки и разряда аккумуляторных батарей

Заливка и пропитка аккумуляторных батарей электролитом. Плотность электролита, приведенная к плотности при температуре 25° С, должна соответствовать величинам, указанным в табл. 54.

Таблица 54

Плотность электролита, используемого при эксплуатации аккумуляторных батарей

Электролит	Плотность, г/см³			
	12-АО-52	12-АСА-145	12-САМ-28 12-САМ-55	12-АО-50
Для заливки сухозаряженных батарей при приведении в рабочее состояние	1,285	1,285	1,260	—
Для заливки сухих разряженных батарей при приведении в рабочее состояние	—	—	—	1,050
Для заливки батарей, проходивших электрические испытания на заводе-изготовителе, при приведении в рабочее состояние	1,120	1,200	1,120	1,120
Для заливки батарей, хранившихся без электролита, при перерывах в эксплуатации	1,120	1,200	1,120	1,120
Рабочий электролит у заряженных батарей при летней и зимней эксплуатации	1,285	1,285	1,260	1,285

Примечание. Отклонение от приведенных в таблице величин допускается не более ±0,005 г/см³.

При приготовлении электролита нужно строго соблюдать правила техники безопасности и пользоваться специальной одеждой: надевать защитные очки, резиновые перчатки и сапоги, резиновый или прорезиненный фартук. Для приготовления, измерения и хранения электролита применяется специальная посуда, приспособления и приборы (рис. 75).

Бак для приготовления электролита выполнен из кислотостойкого материала (эбонита, керамики или дерева, выложенного внутри рольным свинцом с пропайкой всех швов); кувшины и воронка из фарфора, эбонита или другого кислотостойкого материала; груши резиновые, мензурка стеклянная (емкостью 100 и 500 *см*³), трубка стеклянная диаметром 4—6 *мм*. Ареометр или кислотомер должны иметь шкалы от 1,000 до 1,120; от 1,080 до 1,320 и от 1,300 до 1,840.

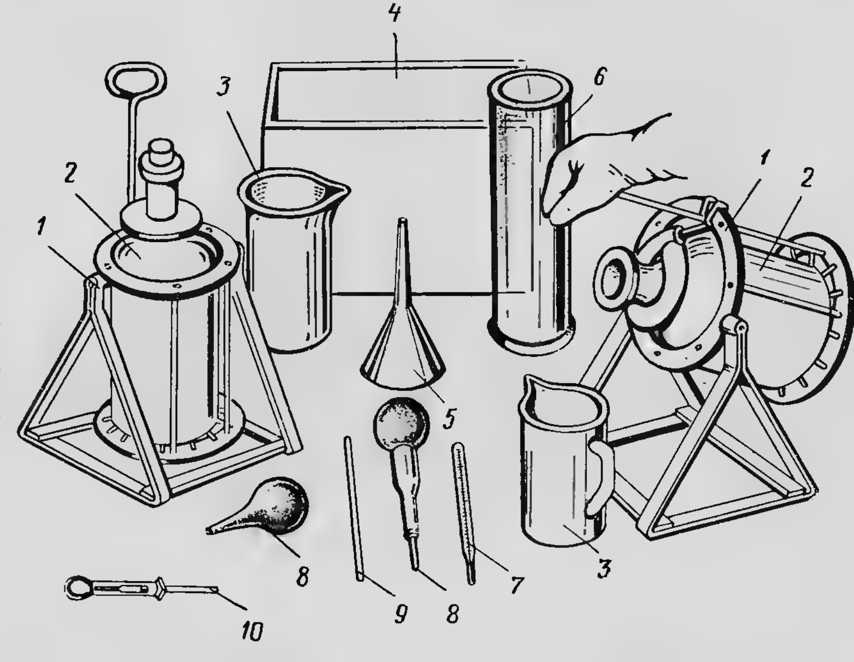


Рис. 75. Посуда и приспособления для приготовления электролита:

1 — разливатели; *2* — бутыль; *3* — кувшины; *4* — бак; *5* — воронка; *6* — мензурка; *7* — термометр; *8* — груши; *9* — стеклянная трубка; *10* — ареометр

У термометров для жидкостей должны быть шкалы от —50° С до 50° С и от 0° С до 100° С.

На рис. 76 показано, как производится замер плотности электролита сифонным ареометром, а на рис. 77 — проверка уровня электролита с помощью стеклянной трубки. На рис. 78 показаны правила пользования нагрузочной вилкой для измерения напряжения элементов аккумуляторной батареи, а на рис. 79 — схема нагрузочной вилки. На рис. 80 приведен прибор для проверки работоспособности клапанных пробок аккумуляторных батарей 12-САМ-28 и батарей серии А.

Правила первой зарядки сухозаряженных аккумуляторных батарей. Сила тока первой зарядки для сухозаряженных аккумуляторных батарей должна соответствовать: 12-А-10 — 2; 12-А-30 — 6; 12-САМ-28 — 4; 12-САМ-55 — 8,5; 12-АСА-145 — 16; 12-АО-52 — 6 *а*.

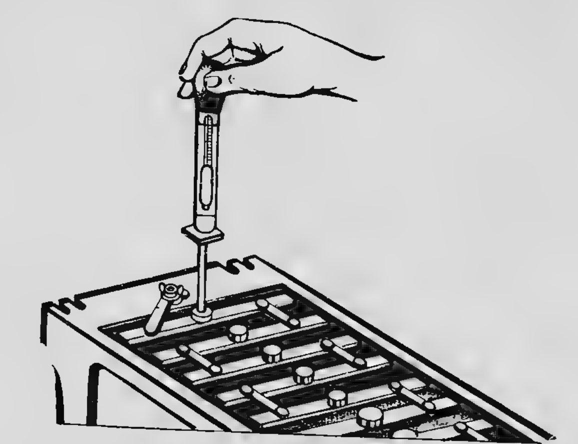


Рис. 76. Замер ареометром плотности электролита в аккумуляторной батарее

Продолжительность первой зарядки сухозаряженных батарей составляет около 5 *ч*. При проведении зарядки необходимо следить за тем, чтобы поверхность батарей была сухой, а температура электролита не превышала 40° С. Если температура электролита в элементах (даже у одного) поднимается выше 40° С или электролит сильно вспенивается, то зарядку необходимо прервать до тех пор, пока температура не снизится до 25—35° С. После этого зарядку следует продолжить, причем продолжительность зарядки увеличится на продолжительность перерывов.

Для ускорения снижения температуры рекомендуется применять искусственное охлаждение батарей (обдувать холодным воздухом, помещать моноблочные

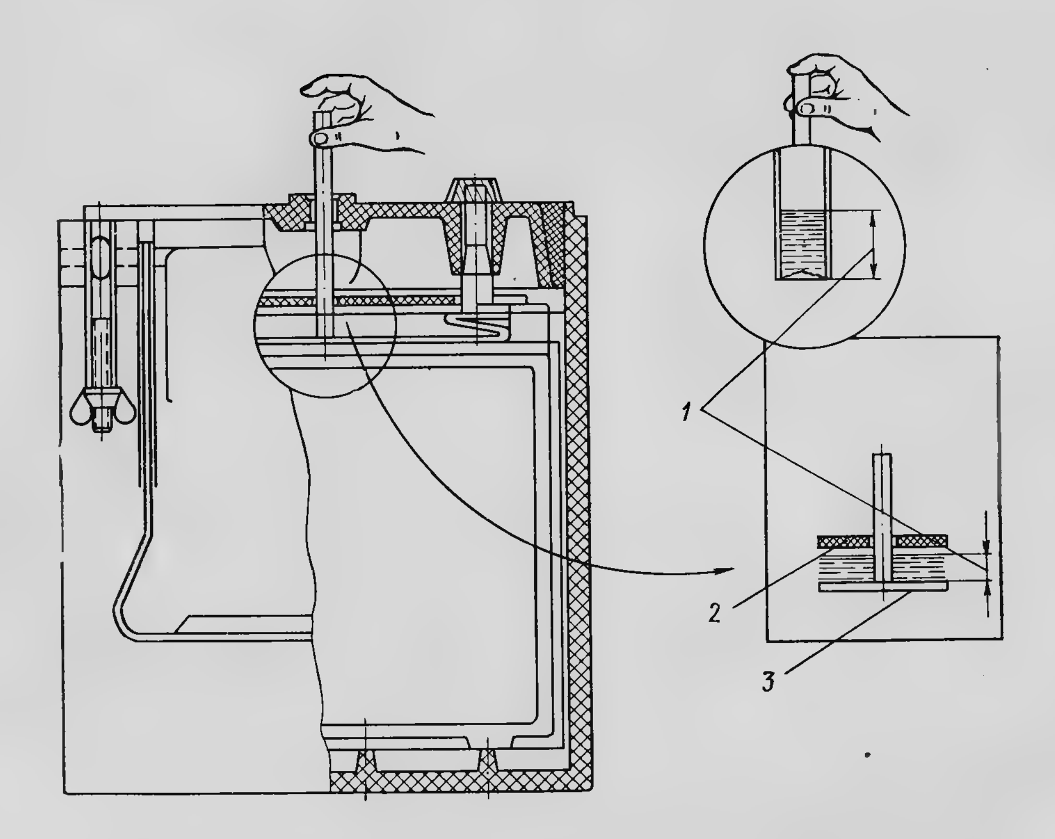


Рис. 77. Проверка уровня электролита стеклянной трубкой:
1 — уровень электролита; *2, 3* — эбонитовый и винипластовый щитки

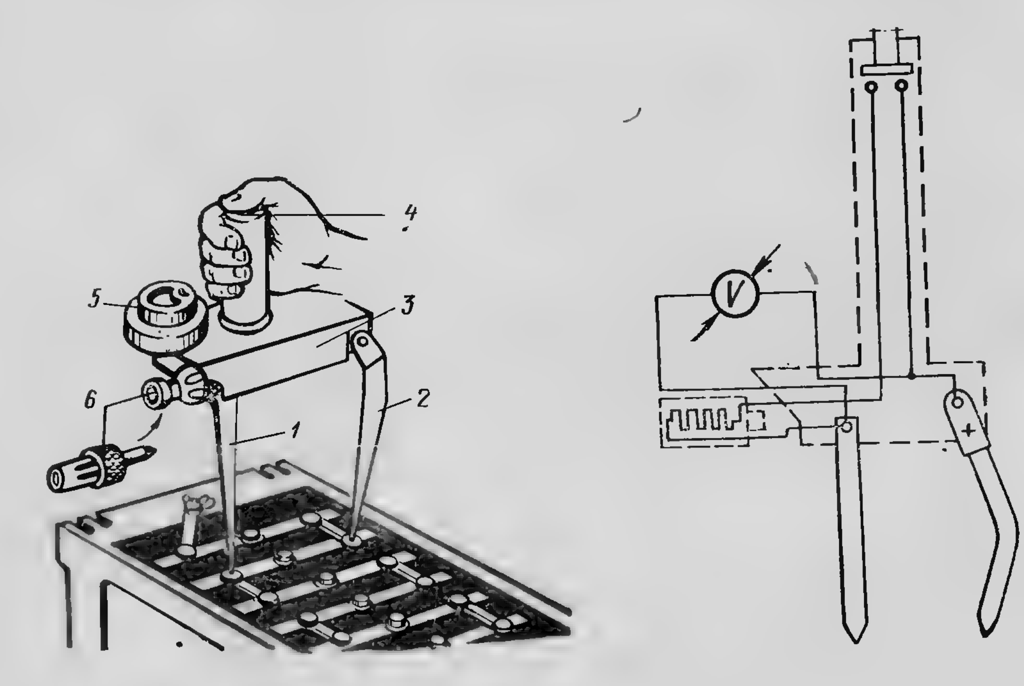


Рис. 78. Измерение напряжения элементов батарей нагрузочной вилкой:
1 — контактная неподвижная ножка; *2* — контактная подвижная ножка; *3* — корпус с ручкой; *4* — кнопка; *5* — вольтметр; *6* — сменные нагрузочные сопротивления

Рис. 79. Схема нагрузочной вилки

батареи в ванны с холодной водой или льдом, выносить в помещение с более низкой температурой и т. п.).

Выплеснувшийся во время зарядки на поверхность батареи электролит следует удалять чистой влажной ветошью.

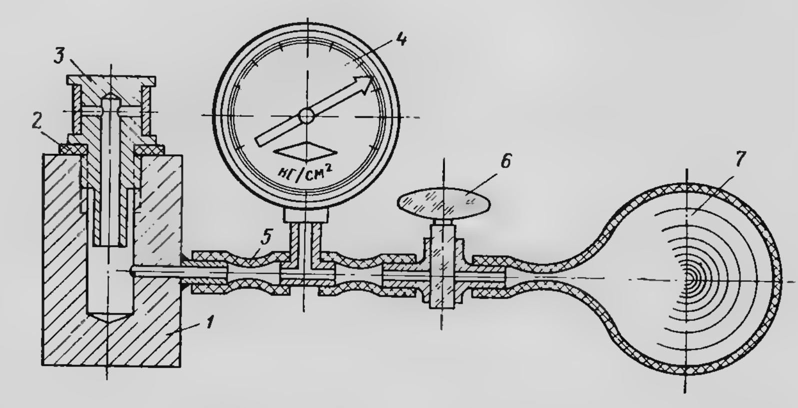
Признаки окончания зарядки:

постоянство напряжения и плотности электролита в каждом элементе;

равномерное и обильное газовыделение (бурление) электролита во всех элементах.

Для точного определения окончания зарядки батарей необходимо замерить напряжение и плотность электролита в каждом элементе в течение 2 *ч*. Данные замеров изменения напряжения и плотности электролита в каждом элементе каждой заряжаемой батареи записывают в журнал зарядки, находящийся в паспорте на батарею.

Рис. 80. Прибор для проверки работоспособности клапанных пробок аккумуляторных батарей 12-САМ-28 и батарей серии А:
1 — патрон; *2* — резиновая шайба; *3* — испытуемая пробка; *4* — манометр; *5* — резиновый шланг; *6* — кран; *7* — резиновая груша



В процессе первой зарядки сухозаряженных батарей первая запись измерений напряжения элементов, плотности электролита и температуры производится после 3 *ч* зарядки батарей (исключая перерывы), вторая запись — через 2 *ч* зарядки после первой записи, третья запись (резервная) делается в том случае, если потребуется по каким-либо причинам дальнейшее продолжение зарядки (например, если батарея еще не зарядилась, т. е. напряжение одного или нескольких элементов и плотность электролита в них при второй записи выше, чем при первой).

Если в каждом элементе заряжаемых батарей будут установлены признаки окончания зарядки и плотность электролита достигнет рабочих величин (см. табл. 54), то первая зарядка считается законченной.

Если плотность электролита, приведенная к плотности при 25° С, в отдельных элементах батареи (или во всех элементах) к концу зарядки будет выше нормы, то ее следует довести до нормы путем доливки небольших порций дистиллированной воды. При этом для перемешивания электролита зарядку батареи необходимо продолжить в течение 30—60 *мин* током в два раза меньшим, чем указано на стр. 133, и снова после этого проверить плотность электролита.

По окончании зарядки рекомендуется по возможности охладить батареи до температуры электролита 25—35° С, затем осторожно наклонить и покачать их несколько раз для удаления из элементов пузырьков газа, следя за тем, чтобы электролит не проливался. Понизившийся после удаления пузырьков газа уровень электролита необходимо довести до нормы доливкой в элементы раствора серной кислоты, плотности, равной плотности электролита в элементах. После зарядки батареи подвергают осмотру и проверке, затем укомплектовывают рабочими пробками и закрывают крышками.

Если в течение 5 *ч* не появятся признаки окончания зарядки и плотность электролита не достигнет нормальной величины, то батареи снять с зарядки для охлаждения электролита до температуры 25÷40° С, затем включить на подзарядку в течение 2—3 *ч* током в два раза меньшим, чем указано на стр. 133.

Если при подзарядке устанавливаются признаки конца зарядки, батареи после соответствующей обработки (охлаждение, удаление пузырьков газа, установка нормального уровня электролита) и проверки могут быть направлены в эксплуатацию.

Если же при подзарядке у какой-либо батареи снова нет признаков окончания заряда и плотность электролита не достигла нормальной величины, то батарее следует дать 1—2 дополнительных разрядов и зарядов. Если батареи на первом или втором разряде имеют емкость 90% от номинальной или более, то они могут направляться в эксплуатацию после очередной нормальной зарядки.

В особых случаях, при необходимости быстрого ввода в эксплуатацию сухозаряженных батарей, допускается установка их на объект сразу после пропитки пластин элементов электролитом без последующей подзарядки. При этом необходимо предварительно проверить напряжение элементов батарей при помощи нагрузочной вилки при силе тока, равной удвоенной величине номинального тока на длительном режиме разряда (двойной ток 10-часового режима для батарей серии А и двойной ток 5-часового режима для батарей серий САМ, АСА и 12-АО-52), табл. 55.

Включение тока при определении степени разряженности производится на короткое время (3—5 *сек*), в течение которого фиксируется напряжение аккумуляторной батареи по вольтметру. На более длительное время включать аккумуляторную батарею не следует, так как это вызывает излишнюю трату электроэнергии. Напряжение каждого элемента при этом должно быть не менее 2 *в*. При получении неудовлетворительных результатов батареи не эксплуатируются, а подлежат зарядке.

Правила первой зарядки сухих разряженных аккумуляторных батарей 12-АО-50. Первую зарядку сухих разряженных аккумуляторных батарей типа 12-АО-50 производить в две ступени: первая ступень — при силе тока 4,5 *а* — до достижения напряжения на элементе 2,35—2,4 *в*, продолжительность зарядки около 21 *ч*; вторая ступень — при силе тока 3,2 *а* — до получения признаков окончания заряда: постоянство напряжения и плотности электролита, равномерное и обильное газовыделение в каждом элементе; продолжительность заряда около 51 *ч*.

Первая зарядка аккумуляторных батарей 12-АО-50 является тренировочной, она предназначена для разработки активных масс разряженных пластин. Плотность электролита в конце первой зарядки до нормальной величины не доводится.

Батареи 12-АО-50 после первой зарядки направлять в эксплуатацию нельзя, им дается 2—3 тренировочных разряда и зарядки.

Если батареи на втором или третьем разряде имели емкость 90% от номинальной или более, то они могут направляться после очередной нормальной зарядки в эксплуатацию.

Приведение в действие аккумуляторных батарей всех типов, прошедших электрические испытания (с красной полосой на стенке). Приведение в действие батарей, подвергшихся на заводе-изготовителе электрическим испытаниям, состоит из следующих операций:

заливка и пропитка аккумуляторных батарей электролитом;
первый тренировочный цикл заряд-разряд;
второй тренировочный цикл заряд-разряд;
третья тренировочная зарядка.

Первый тренировочный цикл. Сила тока первой тренировочной зарядки для батарей всех типов должна соответствовать данным табл. 56.

При зарядке и в конце зарядки необходимо соблюдать те же правила, что и для сухозаряженных батарей, а именно:

следить за тем, чтобы поверхность батарей была сухой, а температура электролита не поднималась выше 40° С для всех типов батарей;

своевременно прерывать зарядку для охлаждения электролита до 25±5° С;

доливать в элементы дистиллированную воду, если удельный вес электролита в элементах при зарядке будет выше нормы, указанной в табл. 54;

проверять и устанавливать нормальный уровень электролита в элементах после окончания зарядки.

В процессе первой зарядки батарей запись измерений напряжения элементов, плотности электролита и температуры производить в журнале зарядки, находящемся в паспорте на батарею.

Первая запись производится после 16 *ч* зарядки (исключая перерывы), вторая — в конце зарядки, но не менее чем через 2 *ч* после первой записи, третья (резервная) делается в том случае, если по каким-либо причинам потребуется дальнейшее продолжение зарядки.

Окончание зарядки определяется по следующим признакам, наблюдаемым в течение 2 *ч*:

постоянство напряжения и плотности электролита в каждом элементе;

равномерное и обильное газовыделение (бурление электролита) во всех элементах.

Плотность электролита, если она ниже нормы, в конце первой зарядки до нормальной величины не доводят. Общая продолжительность зарядки зависит от типа и состояния батарей и равна примерно 1—2 суткам, но должна быть не менее величин, указанных в табл. 56.

Таблица 55

Номинальный ток и ток нагрузки для проверки степени разряженности аккумуляторных батарей

Аккумуляторные батареи	Номинальный ток, *а*	Нагрузка, *а*
12-А-10	1	2
12-А-30	3	6
12-САМ-28	5,6	12
12-САМ-55	11	20
12-АО-50	9	20
12-АО-52	9	20
12-АСА-145	25	50

Таблица 56

Ток первой тренировочной зарядки

Аккумуляторные батареи	Зарядный ток, *а*	Минимальная продолжительность зарядки, *ч*
12-А-10	0,6	22
12-А-30	1,8	20
12-САМ-28	2,0	20
12-САМ-55	4,5	18
12-АСА-145	8,0	24
12-АО-50	3,2	20
12-АО-52	3,0	23

После первой зарядки батареям дается первый тренировочный разряд по правилам, изложенным в настоящем разделе.

Второй тренировочный цикл, состоящий из зарядки-разряда, проводят по правилам, изложенным в пп: «зарядка» и «разряд» настоящего раздела. В конце второй зарядки плотность электролита в элементах доводится до нормальных величин (см. табл. 54).

Третья тренировочная зарядка. Если батареи на первом или втором разряде имели емкость 90% от номинальной или более, то они могут направляться в эксплуатацию после очередной третьей тренировочной зарядки, проведенной в соответствии с Правилами зарядки аккумуляторных батарей настоящего раздела.

Правила разряда аккумуляторных батарей всех типов. Разряды аккумуляторных батарей при приведении их в рабочее состояние или разряды батарей при проведении периодических контрольно-тренировочных циклов во время эксплуатации выполнять в следующем порядке:

перед включением батарей в разряд рекомендуется добиться путем охлаждения или подогрева температуры электролита в элементах близкой к 25° С (25±2° С);

проверить и установить нормальный уровень электролита во всех элементах;

путем подбора соответствующего разрядного реостата (проволочного, угольного или водяного) установить с помощью амперметра необходимую величину разрядного тока и включить батареи в разряд;

величину разрядного тока в течение всего разряда поддерживать постоянной, в соответствии с данными табл. 57;

замеры напряжения каждого элемента производить через час, а по достижении величины напряжения 1,85 *в* — через 10 *мин* или чаще. Запись замеров производить в рабочих журналах зарядной станции;

разряд всех типов аккумуляторных батарей, кроме 12-АСА-145, вести до тех пор, пока напряжение на первом вышедшем элементе (ограничивающем) упадет до 1,7 *в*. Разряд до напряжения менее 1,7 *в* категорически запрещается.

Батареи 12-АСА-145 разряжают до напряжения 1,75 *в* на одном из элементов (ограничивающем).

После разряда подсчитывается емкость батарей по следующей формуле:

$$C_{25} = \frac{C_ф}{1 + 0{,}009\,(T - 25)},$$

где C_{25} — емкость батареи, приведенная к температуре электролита 25° С;

$C_ф$ — фактическая емкость, полученная при разряде, равная произведению силы разрядного тока в амперах на время разряда в часах;

0,009 — температурный коэффициент емкости;

T — средняя температура электролита во время разряда батареи (определяется как среднее арифметическое от начального и конечного значений температур электролита в среднем элементе).

Таблица 57

Разрядный ток аккумуляторных батарей

Аккумуляторные батареи	Разрядный ток, *а*
12-А-10	1,0
12-А-30	3,0
12-САМ-28	5,6
12-САМ-55	11,0
12-АСА-145 (с красной полосой)	12,0 или 25,0 (на контрольно-тренировочных циклах)
12-АО-50	9,0
12-АО-52	9,0

При подсчете емкости следует иметь в виду, что температурный коэффициент 0,009 справедлив только в том случае, если средняя температура электролита при разряде будет близкой к 25±2° С. При большем отклонении средней температуры подсчет емкости по приведенной формуле будет иметь значительные погрешности. При температурах больших 25° С подсчитанная емкость будет меньше истинной емкости, а при температурах меньших 25° С — больше истинной.

Аккумуляторная батарея 12-САМ-28 является самым распространенным типом батарей, и для этой батареи в эксплуатации приходится очень часто производить пересчеты фактической емкости батареи к емкости, приведенной к 25° С (табл. 58). В указанной таблице подсчет емкости произведен с точностью до одной десятой ампер-часа, а в некоторых случаях, чтобы не было рядом одинаковых значений, и с точностью до одной сотой.

Отсчитывая по вертикали среднюю температуру электролита и по горизонтали действительное время разряда батареи до снижения напряжения на одном из элементов до 1,7 *в*, получают на пересечении этих линий в таблице емкость длительного разряда. Пусть, например, батарея 12-САМ-28 разряжалась 4 *ч* 42 *мин*, средняя температура электролита при разряде была 22° С. Пользуясь таблицей, получаем ответ: 27,1 *а·ч*.

Правила зарядки аккумуляторных батарей всех типов. Зарядка батарей при приведении их в рабочее состояние (кроме первой зарядки) или зарядка батарей на зарядной станции во время эксплуатации проводится в две ступени по режиму, указанному в табл. 59.

Общая продолжительность зарядки зависит от типа батарей, срока службы и степени разряженности их. Ориентировочное количество ампер-часов, необходимое для полной зарядки, приведено в табл. 60. При проведении заряда необходимо следить за тем, чтобы поверхность батарей была сухой, а температура электролита не превышала 40° С для всех типов батарей. Если температура электролита поднимается до указанной величины, то зарядку необходимо прервать

Таблица 58

Определение емкости батарей 12-САМ-28 в зависимости от времени и средней температуры разряда

Средняя температура при 5-часовом разряде, °С	Емкость батареи, приведенная к 25° С, *а·ч*							
	Время разряда до падения напряжения на одном из элементов до 1,7 *в*, *ч·мин*							
	4.00	4.01	4.02	4.03	4.04	4.05	4.06	4.07
20	23,4	23,5	23,6	23,7	23,8	23,9	24,0	24,1
20,5	23,3	23,4	23,5	23,6	23,7	23,8	23,9	24,0
21	23,2	23,3	23,4	23,5	23,6	23,7	23,8	23,9
21,5	23,1	23,2	23,3	23,4	23,5	23,6	23,7	23,8
22	23,0	23,1	23,2	23,3	23,4	23,5	23,6	23,7
22,5	22,9	23,0	23,1	23,2	23,3	23,4	23,5	23,6
23	22,8	22,9	23,0	23,1	23,2	23,3	23,4	23,5
23,5	22,7	22,8	22,9	23,0	23,1	23,2	23,27	23,35
24	22,6	22,65	22,75	22,85	22,95	23,05	23,1	23,2
24,5	22,5	22,55	22,65	22,75	22,85	22,95	23,0	23,1
25	22,4	22,5	22,6	22,7	22,8	22,9	22,95	23,05
25,5	22,3	22,4	22,5	22,6	22,7	22,8	22,85	23,0
26	22,2	22,3	22,4	22,5	22,6	22,7	22,75	22,85
26,5	22,1	22,2	22,3	22,4	22,5	22,6	22,65	22,75
27	22,0	22,1	22,2	22,3	22,4	22,5	22,55	22,6
27,5	21,9	22,0	22,1	22,2	22,3	22,4	22,45	22,5
28	21,8	21,9	22,0	22,1	22,2	22,3	22,35	22,4
28,5	21,7	21,8	21,9	22,0	22,1	22,2	22,25	22,3
29	21,6	21,7	21,8	21,9	22,0	22,1	22,15	22,2
29,5	21,5	21,6	21,7	21,8	21,9	22,0	22,05	22,1
30	21,4	21,5	21,6	21,7	21,8	21,9	22,0	22,05

Средняя температура при 5-часовом разряде, °С	Емкость батареи, приведенная к 25° С, *а·ч*						
	Время разряда до падения напряжения на одном из элементов до 1,7 *в*, *ч·мин*						
	4.08	4.09	4.10	4,11	4.12	4.13	4.14
20	24,2	24,3	24,4	24,5	24,6	24,7	24,8
20,5	24,1	24,2	24,3	24,4	24,5	24,6	24,7
21	24,0	24,1	24,2	24,3	24,4	24,5	24,6
21,5	23,9	24,0	24,1	24,2	24,3	24,4	24,5
22	23,8	23,9	24,0	24,1	24,2	24,25	24,35
22,5	23,7	23,8	23,9	24,0	24,1	24,2	24,3
23	23,6	23,7	23,8	23,9	24,0	24,1	24,2
23,5	23,45	23,55	23,65	23,75	23,85	23,95	24,05
24	23,3	23,4	23,5	23,6	23,7	23,8	23,9
24,5	23,2	23,3	23,4	23,5	23,6	23,7	23,8
25	23,1	23,2	23,3	23,4	23,52	23,6	23,7
25,5	23,05	23,1	23,2	23,3	23,4	23,5	23,6
26	22,9	23,0	23,1	23,2	23,3	23,4	23,5
26,5	22,8	22,9	23,0	23,1	23,2	23,3	23,4
27,0	22,7	22,8	22,9	23,0	23,1	23,2	23,3
27,5	22,6	22,7	22,8	22,9	23,0	23,1	23,2
28	22,5	22,6	22,7	22,8	22,9	23,0	23,1
28,5	22,4	22,5	22,6	22,7	22,8	22,9	23,0
29	22,3	22,4	22,5	22,6	22,7	22,8	22,9
29,5	22,2	22,3	22,4	22,5	22,6	22,7	22,8
30	22,1	22,2	22,3	22,4	22,5	22,6	22,7

Средняя температура при 5-часовом разряде, °C	Емкость батареи, приведенная к 25° C, *а·ч*						
	Время разряда до падения напряжения на одном из элементов до 1,7 *в*, *ч·мин*						
	4.15	4.16	4.17	4.18	4.19	4.20	4.21
20	24,9	25,0	25,1	25,2	25,3	25,35	25,4
20,5	24,8	24,9	25,0	25,1	25,15	25,2	25,3
21	24,7	24,8	24,9	25	25,05	25,1	25,2
21,5	24,6	24,7	24,75	24,86	24,9	25,0	25,1
22	24,45	24,55	24,6	24,68	24,8	24,9	25,00
22,5	24,4	24,5	24,55	24.63	24,7	24,8	24,9
23	24.3	24,4	24,5	24,55	24,6	24,7	24,8
23,5	24,15	24,25	24,35	24,4	24,5	24.6	24,7
24	24	24,1	24,2	24,3	24,35	24,45	24,55
24,5	23,9	24	24,1	24,2	24,25	24,35	24.45
25	23,8	23,9	24	24,08	24,2	24,3	24,4
25,5	23,7	23,8	23,9	24,0	24,1	24,2	24,3
26	23,6	23,7	23,8	23,86	24,0	24,1	24,2
26,5	23,5	23,6	23,7	23,76	23,9	24,0	24,1
27	23,4	23,5	23,6	23,65	23,8	23,9	24,0
27,5	23,3	23,4	23,5	23,55	23,65	23,75	23,85
28	23,2	23,3	23,4	23,45	23,5	23,65	23,7
28,5	23,1	23,2	23,3	23,35	23,4	23,5	23,6
29	23	23,1	23,2	23,25	23,3	23,4	23,5
29,5	22,9	23	23,1	23,15	23,2	23,3	23,4
30	22,8	22,9	22,95	23	23,1	23,2	23,3

Средняя температура при 5-часовом разряде	Емкость батареи, приведенная к 25° C, *а·ч*							
	Время разряда до падения напряжения на одном из элементов до 1,7 *в*, *ч·мин*							
	4.22	4.23	4.24	4.25	4.26	4.27	4.28	4.29
20	25 5	25,65	25,8	25,85	25,9	26,0	26,1	26,2
20,5	25,4	25,5	25,65	25,7	25,8	25,0	26,0	26,1
21	25,3	25,4	25,5	25,6	25,7	25,8	25,9	26,0
21,5	25,2	25,3	25,35	25,5	25,6	25,7	25,8	25,9
22	25,1	25,2	25,3	25,4	25,5	25,6	25,7	25,8
22,5	25	25,1	25,2	25,3	25,4	25,5	25,6	25,7
23	24,9	25	25,1	25,2	25,3	25,4	25,5	25,6
23,5	24,8	24,9	24,95	25,05	25,15	25,25	25,35	25,45
24	24,65	24,75	24,8	24,9	25,0	25,1	25,2	25,3
24,5	24,55	24,65	24,7	24,8	24,9	25,0	25,1	25,2
25	24,5	24,6	24,64	24,7	24,8	24,9	25,0	25,1
25,5	24,4	24,5	24,55	24,6	24,7	24,8	24,9	25,0
26	24,3	24,4	24,44	24,5	24,6	24,7	24.8	24,9
26,5	24,2	24,25	24,3	24,4	24.5	24,6	24,7	24,8
27	24,1	24,15	24,2	24,3	24,4	24,5	24,6	24,7
27,5	23,95	24,05	24,1	24,2	24,3	24,4	24,45	24,55
28	23,8	23,9	24,0	24,1	24,2	24,3	24,4	24,5
28,5	23,7	23,8	23,9	24,0	24.1	24,2	24,3	24,4
29	23,6	23,7	23,8	23,9	24,0	24,1	24,2	24,25
29,5	23.5	23,6	23,65	23,8	23,9	24,0	24,1	24,15
30	23,4	23,5	23,55	23,7	23,8	23,9	24,0	24,05

Средняя температура при 5-часовом разряде, °C	Емкость батареи, приведенная к 25° C, *а·ч*							
	Время разряда до падения напряжения на одном из элементов до 1,7 *в*, *ч. мин*							
	4,30	4.31	4.32	4.33	4.34	4.35	4.36	4.37
20	26,35	26,4	26,5	26,6	26,7	26,8	26,85	27,0
20,5	26,2	26,3	26,4	26,5	26,6	26,7	26,8	26,9
21	26,1	26,2	26,3	26,4	26,5	26,6	26,7	26,8
21,5	26,0	26,1	26,2	26,3	26,4	26,5	26,6	26,65
22	25,9	26,0	26,1	26,2	26,3	26,4	26,45	25,5
22,5	25,8	25,85	25,95	26,05	26,15	26,25	26,35	26,4
23	25,7	25,76	25,8	25,9	26,0	26,1	26,2	26,3
23,5	25,55	25,6	25,7	25,8	25,9	26,0	26,1	26,15
24	25,4	25,5	25,6	25,7	25,8	25,85	25,95	26,0
24,5	25,3	25,4	25,5	25,6	25,7	25,8	25,9	25,95
25	25,2	25,3	25.4	25,5	25,6	25,7	25,78	25,85
25,5	25,1	25,2	25,3	25,4	25.5	25,6	25,7	25,75
26	24,97	25,1	25,2	25,3	25,4	25,5	25,55	25,65
26,5	24,9	25	25,1	25,2	25,3	25,4	25,45	25,55
27	24,75	24,9	25	25,1	25,2	25,3	25,35	25,4
27,5	24,6	24,75	24,85	24,95	25,05	25,15	25,2	25,3
28	24,55	24,6	24,7	24,8	24,9	25,0	25,1	25,2
28,2	24,45	24,5	24,6	24,7	24,8	24,9	25,0	25,1
29	24,3	24,4	24,5	24,6	24,7	24,8	24,9	25,0
29,5	24,2	24,3	24,4	24,5	24,6	24,7	24,75	24,85
30	24,1	24,2	24,3	24,4	24,5	24,6	24,65	24,75

Средняя температура при 5-часовом разряде, °C	Емкость батареи, приведенная к 25° C, *а·ч*							
	Время разряда до падения напряжения на одном из элементов до 1,7 *в*, *ч·мин*							
	4,38	4.39	4.40	4.41	4.42	4.43	4.44	4.45
20	27,1	27,2	27,3	27,4	27,5	27,6	27,7	27,8
20,5	27,0	27,1	27,2	27,3	27,4	27,55	27,55	27,65
21	26,9	27,0	27,1	27,2	27,3	27,35	27,4	27,5
21,5	26,75	26,85	26,95	27,05	27,15	27,2	27,3	27,4
22	26,6	26,7	26,8	26,9	27,0	27,1	27,2	27,3
22,5	26,5	26,6	26,7	26,8	26,9	27,0	27,1	27,2
23	26,4	26,5	26,6	26,7	26,8	26,9	27,0	27,1
23,5	26,25	26,35	26,45	26,55	26,65	26,75	26,85	26,95
24	26,1	26,2	26,3	26,4	26,5	26,6	26,7	26,8
24,5	26	26,1	26,2	26,3	26,4	26,5	26,6	26,7
25	25,95	26,0	26,1	26,2	26,32	26,4	26,5	26,6
25,5	25,85	25,9	26,0	26,1	26,2	26,3	26,4	26,5
26	25,75	25,8	25,9	26,0	26,1	26,2	26,3	26,4
26,5	25.65	25,7	25,8	25,9	26,0	26,1	26,2	26,3
27	25,5	25,6	25,7	25,8	25,85	26,0	26,1	26,2
27,5	25,4	25,5	25,6	25,7	25,75	26,9	26,0	26,1
28	25,3	25,4	25,5	25,55	25,6	25,75	25,85	25,95
28,5	25,2	25,3	25,4	25,45	25,5	25,6	25,7	25,8
29	25,1	25,2	25,3	25,35	25,4	25,5	25,6	25,7
29,5	24,95	25,05	25,15	25,25	25,3	25,4	25,5	25,6
30	24,8	24,9	25	25,1	25,2	25,3	25,4	25,5

Средняя температура при 5-часовом разряде, °C	Емкость батареи, приведенная к 25° C, *а·ч*. Время разряда до падения напряжения на одном из элементов до 1,7 *в*, *ч. мин*							
	4.46	4.47	4.48	4.49	4.50	4.51	4.52	4.53
20	27,9	28,0	28,15	28,2	28,25	28,3	28,4	28,55
20,5	27,75	27,85	28,0	28,05	28,1	28,2	28,3	28,4
21	27,6	27,7	27,85	27,9	28	28,1	28,2	28,3
21,5	27,5	27,6	27,75	27,8	27,9	28,0	28,1	28,2
22	27,4	27,5	27,6	27,7	27,8	27,9	28,0	28,1
22,5	27,3	27,4	27,5	27,6	27,7	27,8	27,9	28,0
23	27,2	27,3	27,4	27,5	27,6	27,7	27,8	27,9
23,5	27,05	27,15	27,25	27,35	27,45	27,55	27,65	27,75
24	26,9	27,0	27,1	27,2	27,3	27,4	27,5	27,6
24,5	26,8	26,9	27,0	27,1	27,2	27,3	27,4	27,5
25	26,7	26,8	26,88	26,95	27,0	27,15	27,25	27,35
25,5	26,6	26,7	26,75	26,85	26,9	27,0	27,1	27,2
26	26,5	26,6	26,65	26,75	26,8	26,9	27,0	27,1
26,5	26,4	26,45	26,5	26,6	26,7	26,8	26,9	27,0
27,0	26,3	26,35	26,4	26,5	26,6	26,7	26,8	26,9
27,5	26,2	26,25	26,3	26,4	26,5	26,6	26,7	26,75
28	26,05	26,1	26,15	26,25	26,35	26,45	26,55	26,65
28,5	25,9	26,0	26,05	26,15	26,25	26,35	26,45	26,55
29,0	25,8	25,9	26,0	26,1	26,2	26,3	26,4	26,45
29,5	25,7	25,8	25,85	25,95	26,05	26,15	26,25	26,3
30	25,6	25,65	25,7	25,8	25,9	26,0	26,1	26,2

Средняя температура при 5-часовом разряде, °C	Емкость батареи, приведенная к 25° C, *а·ч*. Время разряда до падения напряжения на одном из элементов до 1,7 *в*, *ч. мин*							
	4.54	4.55	4.56	4.57	4.58	4.59	5.00	5.01
20	28,7	28,75	28,8	28,85	29,00	29,15	29,3	29,35
20,5	28,55	28,6	28,65	28,7	28,85	29,06	29,18	29,25
21	28,4	28,45	28,5	28,6	28,7	28,85	29,0	29,1
21,5	28,25	28,3	28,4	28,5	28,6	28,75	28,9	28,95
22	28,2	28,25	28,3	28,4	28,5	28,6	28,75	28,8
22,5	28,1	28,15	28,2	28,3	28,4	28,5	28,6	28,7
23	27,95	28,05	28,1	28,2	28,3	28,4	28,5	28,6
23,5	27,8	27,9	28,0	28,1	28,2	28,3	28,38	28,45
24	27,7	27,8	27,9	28,0	28,05	28,15	28,25	28,3
24,5	27,6	27,7	27,8	27,9	27,95	28,05	28,15	28,2
25	27,44	27,55	27,65	27,75	27,85	27,9	28,0	28,1
25,5	27,3	27,4	27,5	27,6	27,7	27,8	27,87	28,0
26	27,2	27,3	27,4	27,5	27,6	27,7	27,75	27,85
26,5	27,07	27,2	27,3	27,4	27,5	27,55	27,6	27,7
27	26,95	27,1	27,2	27,3	27,4	27,45	27,5	27,6
27,5	26,83	26,95	27,05	27,15	27,25	27,35	27,4	27,5
28	26,7	26,8	26,9	27,0	27,1	27,2	27,25	27,35
28,5	26,6	26,7	26,8	26,9	27,0	27,1	27,15	27,2
29	26,5	26,6	26,7	26,8	26,9	26,95	27,0	27,1
29,5	26,33	26,45	26,55	26,65	26,75	26,8	26,9	27,0
30	26,25	26,3	26,4	26,5	26,6	26,7	26,8	26,9

Средняя температура при 5-часовом разряде, °C	Емкость батареи, приведенная к 25° C, *а·ч*. Время разряда до падения напряжения на одном из элементов до 1,7 *в*, *ч·мин*							
	5.02	5.03	5.04	5.05	5.06	5.07	5.08	5.09
20	29,4	29,5	29,6	29,75	29,9	29,95	30,0	30,05
20,5	29,3	29,4	29,5	29,6	29,75	29,8	29,85	29,95
21	29,2	29,3	29,4	29,5	29,6	29,65	29,7	29,8
21,5	29,05	29,15	29,25	29,35	29,45	29,5	29,6	29,7
22	28,9	29,0	29,1	29,2	29,3	29,4	29,5	29,6
22,5	28,8	28,9	29,0	29,1	29,2	29,3	29,4	29,5
23	28,7	28,8	28,9	29,0	29,1	29,2	29,3	29,4
23,5	28,55	28,65	28,75	29,85	28,95	29,05	29,15	29,25
24	28,4	28,5	28,6	28,7	28,8	28,9	29,0	29,1
24,5	28,3	28,4	28,5	28,6	28,7	28,8	28,9	29,0
25	28,2	28,3	28,4	28,46	28,56	28,63	28,7	28,8
25,5	28,1	28,2	28,3	28,35	28,43	28,5	28,6	28,7
26	27,95	28,05	28,15	28,21	28,3	28,4	28,5	28,6
26,5	27,8	27,9	28,0	28,1	28,2	28,3	28,4	28,5
27	27,7	27,8	27,9	28,0	28,05	28,15	28,25	28,35
27,5	27,6	27,7	27,8	27,85	27,9	28,0	28,1	28,2
28	27,45	27,55	27,65	27,7	27,8	27,9	28,0	28,1
28,5	27,3	27,4	27,5	27,6	27,7	27,8	27,9	28,0
29	27,2	27,3	27,4	27,5	27,55	27,65	27,75	27,85
29,5	27,1	27,2	27,3	27,4	27,45	27,55	27,65	27,75
30	27,0	27,1	27,2	27,3	27,35	27,45	27,55	27,65

Средняя температура при 5-часовом разряде, °C	Емкость батареи, приведенная к 25° C, *а·ч*. Время разряда до падения напряжения на одном из элементов до 1,7 *в*, *ч. мин*					
	5.10	5.11	5.12	5.13	5.14	5.15
20	30,2	30,3	30,45	30,55	30,65	30,75
20,5	30,05	30,2	30,35	30,4	30,5	30,6
21	29,9	30,05	30,2	30,25	30,35	30,45
21,5	29,8	29,9	30,05	30,1	30,2	30,3
22	29,7	29,8	29,9	30	30,1	30,2
22,5	29,6	29,7	29,8	29,9	30,0	30,1
23	29,5	29,6	29,65	29,75	29,85	29,95
23,5	29,35	29,45	29,5	29,6	29,7	29,8
24	29,2	29,3	29,4	29,5	29,6	29,7
24,5	29,05	29,15	29,25	29,35	29,45	29,55
25	28,9	29,0	29,1	29,2	20,3	29,4
25,5	28,8	28,9	29,0	29,1	29,2	29,26
26	28,7	28,8	28,85	29,0	29,1	29,2
26,5	28,6	28,7	28,75	28,85	29,0	29,1
27	28,45	28,55	28,6	28,7	28,85	28,95
27,5	28,3	28,4	28,5	28,6	28,7	28,8
28	28,2	28,35	28,4	28,5	28,6	28,65
28,5	28,1	28,2	28,25	28,35	28,45	28,55
29	27,95	28,05	28,1	28,2	28,3	28,4
29,5	27,85	27,95	28,0	28,1	28,2	28,3
30	27,75	27,8	27,85	28,0	28,1	28,2

Таблица 59

Режимы приведения батарей в рабочее состояние

Аккумуляторная батарея	Зарядный ток, *а*	
	1 ступень	2 ступень
12-А-10	1,2	0,6
12-А-30	3,5	1,8
12-САМ-28	4,0	2,0
12-САМ-55	8,5	4,5
12-АСА-145	16,0	8,0
12-АО-50	6,8	3,2
12-АО-52	6,0	3,3

Примечание. Продолжительность зарядки первой ступени — 4—6 *ч* (до достижения напряжения на элементе 2,38—2,42 *в*), второй ступени — 10—14 *ч* (до достижения постоянства напряжения и плотности электролита).

Таблица 60

Зарядная емкость батарей

Аккумуляторная батарея	Количество ампер-часов заряда за время до первой записи	Ориентировочное количество ампер-часов необходимых для полной зарядки
12-А-10	12	13—14
12-А-30	31	34—36
12-САМ-28	34	38—42
12-САМ-55	66	76—80
12-АСА-145	150	175—190
12-АО-50	54	68—78
12-АО-52	62	70—80

до тех пор, пока температура не снизится до 25±5° С. После этого зар[illegible] должить.

Выплеснувшийся во время зарядки на поверхность батареи электр[illegible] дует удалять чистой влажной ветошью.

Так как за счет испарения и разложения воды уровень электроли[illegible] ментах батарей может понижаться, то для поддержания нормального уро[illegible] процессе зарядки и снижения плотности его, если она выше нормы, в элем[illegible] вается дистиллированная вода.

В процессе зарядки батарей запись измерений напряжения элем[illegible] плотности электролита и температуры производится в журнале зарядки, [illegible]емся в паспорте на батарею.

Первая запись производится после того, как батареи получат за[illegible] величинам, указанным в табл. 60, вторая запись — в конце зарядки, [illegible] ранее чем через 2 *ч* после первой записи.

Если плотность электролита, приведенная к плотности при $t=25°$ [illegible] отдельных элементах батареи к концу зарядки будет выше нормы, то е[illegible]дует довести до нормы путем доливки небольших порций дистиллированной во[illegible] после каждой доливки необходимо перемешивать электролит в элементах путем [illegible] жения зарядки током 2-й ступени в течение 30—60 *мин*, а затем снова проверить плотность электролита.

Если в каждом элементе батареи будут установлены признаки окончания зарядки и плотность электролита, приведенная к плотности при $t=25°$ С, достигнет нормальной величины, то зарядка считается законченной. Примерно через час после окончания зарядки, т. е. выключения из зарядной цепи, батарею необходимо осторожно наклонить и покачать несколько раз для удаления из элементов пузырьков газа, следя за тем, чтобы электролит не пролился. После этого батареи подвергают осмотру и проверке, укомплектовывают рабочими пробками, закрывают крышками и передают для установки на объект.

При приведении в действие сухих разряженных аккумуляторных батарей 12-АО-50, а также батарей всех типов, прошедших электрические испытания на заводе-изготовителе (с красной полоской на стенках), плотность электролита в конце первой ступени зарядки до нормальной величины не доводится.

Корректировка плотности электролита до нормальных величин производится в этих случаях только в конце второй ступени зарядки. Порядок корректировки следующий.

Если плотность электролита выше или ниже нормы, то, не выключая тока, отсосать резиновой грушей из элементов часть электролита, затем долить в элементы соответственно:

дистиллированной воды, если плотность электролита в элементах выше нормы;

раствор серной кислоты плотностью 1,4 *г/см*³, если плотность электролита в элементах ниже нормы.

Доливку следует производить малыми порциями соразмерно разнице между плотностями электролита в элементах и нормой. После каждой доливки необходимо перемешать электролит в элементах, продолжая заряд батарей током 2-й ступени в течение 30—60 *мин*, а затем проверить плотность. Если плотность электролита будет в пределах нормы, то батареи от сети отключить. Если плотность электролита отличается от нормы, то зарядку и корректировку необходимо продолжить.

Предупреждение. Повышать плотность электролита в элементах путем доливки более концентрированного раствора серной кислоты, например плотностью 1,4 *г/см*³, разрешается только при приведении батарей в рабочее состояние.

В процессе эксплуатации доливать в элементы электролит или кислоту запрещается, за исключением тех случаев, когда точно известно, что снижение уровня произошло за счет его выплескивания. В этих случаях следует доливать элементы раствором серной кислоты плотностью, равной плотности электролита в элементах.

Справочные сведения по эксплуатации аккумуляторных батарей

Таблица 61

[illegible]ние напряжения и плотности электролита в зависимости от степени р[illegible]ности аккумуляторных батарей 12-САМ-28, 12-САМ-55, 12-АСА-145, [illegible] 12-А-10, 12-А-30, 12-АО-50 и 12-АО-52

С[illegible]ряженности батарей [illegible]чию к номинальной емкости	Напряжение батареи при нагрузке, равной двойному номинальному току, *в*	Плотность электролита в элементах, приведенная к плотности при $t=25°$ С, *г/см*³	
		12-САМ-28, 12-САМ-55, 12-АСА-145	12-А-10, 12-А-30 12-АО-50 12-АО-52
З[illegible]на	25—24	1,255—1,265	1,280—1,290
[illegible]ена на 25%	25—24	1,200—1,225	1,235—1,255
[illegible]жена на 50%	24—23,5	1,160—1,180	1,185—1,225
Разряжена на 75%	23,5—22,5	1,110—1,130	1.135—1,175
Разряжена полностью	22,5—21,0	1,050—1,080	1,050—1,100

Таблица 62

Время проведения глубоких зарядов и контрольно-тренировочных циклов после приведения батарей в рабочее состояние при эксплуатации

Аккумуляторная батарея	Контрольно-тренировочные циклы	Глубокие заряды
12-САМ-55	После 3, 6, 9, 12, 15 и 18 месяцев	После 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 16 и 17 месяцев
Все остальные	После 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24 месяцев	После 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 22 и 24 месяцев

Таблица 63

Зависимость точки кипения электролита от его концентрации и величины атмосферного давления

Высота, *км*	Минимальное давление, *мм рт. ст.*	Примерная температура кипения электролита, °С					
		Плотность 1,280 (заряженные батареи 12-А-10, 12-А-30)	Плотность 1,260 (заряженные батареи 12-САМ-28, 12-САМ-55)	Плотность 1,235 (батарея 12-САМ-28 разряжена двумя запусками, батареи 12-А-10, 12-А-30 разряжены на 25%)	Плотность 1,210 (батарея 12-САМ-55 разряжена тремя запусками, батарея 12-А-10 разряжена на 50%)	Плотность 1,205 (батарея 12-САМ-28 разряжена четырьмя запусками)	Плотность 1,170 (батарея 12-САМ-55 разряжена пятью запусками, батарея 12-А-30 разряжена на 50%)
10	173	74	72	71	69	68	67
12	119	67	62	61	60	59	58
15	74	55	53	52	51	50	49
16	63	52	50	49	47	47	46
17	53	50	46	45	45	44	42
18	44	45	43	41	40	40	39
19	37	42	40	38	37	37	36
20	32	40	37	36	35	34	33
21	27	36	34	33	32	31	30
22	23	33	31	30	30	29	28

Таблица 64

Характерные неисправности аккумуляторных батарей и способы их устранения

Неисправность	Признаки	Причины	Способ устранения
Вредная сульфатация пластин	Повышенное напряжение засульфатированных элементов в начале зарядки и пониженное напряжение в конце	Элементы батареи долго находились в разряженном и полуразряженном состоянии	Десульфатационный заряд
	Плотность электролита при зарядке почти не повышается или повышается очень медленно	Недозарядка	То же
	Быстрое повышение температуры электролита при зарядке	Доливка элементов электролитом	»
	Преждевременное газообразование («кипение») в начале зарядки	Глубокие разряды ниже допустимого напряжения	»

Неисправность	Признаки	Причины	Способ устранения
	Резкое падение напряжения при разрядке и пониженная емкость	Температура электролита выше допустимой или низкий уровень электролита	Десульфатационный заряд
Изменение полярности батарей или отдельных элементов	Изменение полярности всех элементов батареи или отдельных элементов	Неправильное подключение батареи в зарядную цепь	Проведение двух-трех контрольно-тренировочных циклов
	Уменьшение общего напряжения батареи или резкое уменьшение емкости	Разряд слабых элементов до нуля, вследствие чего разрядный ток батареи для таких элементов становится зарядным и в них происходит перемена полярности	То же
Короткое замыкание элементов	Плотность электролита при зарядке почти не повышается, и величина ее в конце зарядки значительно ниже, чем в других элементах	Повреждение сепараторов (сколы, трещины, отверстия)	Заменить поврежденные сепараторы
	Непрерывное уменьшение плотности электролита в элементе от цикла к циклу, несмотря на нормальные зарядки	Сдвиг пластин по отношению друг к другу, смещение сепараторов	Удалить свинцовую губку путем зачистки
	Высокая температура электролита в отдельных элементах при зарядке	Накопление шлама на дне сосуда элемента выше опорных призм	Очистить сосуд от шлама
	Напряжение элемента при зарядке и разряде ниже, чем у других элементов; при отключении батареи от зарядной цепи напряжение резко падает, иногда до нуля	Образование древовидных наростов свинцовой губки на кромках и ножках отрицательных пластин	Выровнять пластины и сепараторы
	Быстрая потеря емкости после полной зарядки	Попадание в элемент постороннего токопроводящего предмета	Удалить посторонний предмет
Повышенный саморазряд	Быстрое уменьшение напряжения и плотности электролита при бездействии батареи	Утечка тока через загрязненную поверхность батареи или через пролитый на нее электролит	Вылить электролит, промыть элементы дистиллированной водой и заполнить свежим электролитом

Неисправность	Признаки	Причины	Способ устранения
	Значительная или полная потеря емкости у загрязненной батареи при бездействии в течение нескольких часов или суток	Загрязнение электролита вредными примесями	Протереть мастику чистой ветошью, смоченной в растворе соды или в нашатырном спирте
Обрыв электрической цепи батареи	Отсутствие напряжения на зажимах батареи и отдельных элементах при наличии напряжения на всех элементах	Расплавление борна в одном или нескольких элементах батареи вследствие короткого замыкания во внешней цепи или вследствие разряда ее током, превышающим максимально допустимый	Изъять из батареи поврежденные элементы и заменить исправными
Нарушение контакта в местах спайки токоведущих частей	Нагревание межэлементных соединений и выводных клемм до 120° С и более; потрескивание, сопровождаемое иногда дымом (при больших разрядных токах)	Механические повреждения межэлементных соединений и выводных клемм при эксплуатации (удары, падение)	Перепаять поврежденные соединения
Растворение медного стержня в борнах батарей серий САМ и АСА	Признаки аналогичны признакам вредной сульфатации пластин с одновременным повышением саморазряда. При вскрытии элемента на свинцово-сурьмянистой оболочке борна видно отверстие (раковина). Отрицательные пластины имеют темно-бурый цвет	Раковина или трещина на свинцово-сурьмянистой оболочке борна	Изъять из батареи поврежденные элементы и заменить исправными
Слипание положительных и отрицательных пластин с сепаратором во время хранения батарей без электролита при перерывах в эксплуатации	Отдельные элементы после хранения не приводятся в рабочее состояние. Все признаки вредной сульфатации пластин	Негерметичное закрытие элементов при постановке батарей на хранение	Десульфатационные заряды

Неисправность	Признаки	Причины	Способ устранения
		Разряд батареи перед хранением ниже предельного напряжения или хранение батареи при температуре выше допустимой	Если десульфатационные заряды положительного результата не дают, то заменить поврежденные элементы исправными
Повышенный износ пластин	При зарядке батарей плотность электролита быстро поднимается до нормальных величин, а при разряде они отдают малую емкость	Систематическая зарядка батарей большими токами при повышенной температуре электролита (выше 45° С)	Изъять из батареи поврежденные элементы и заменить исправными
	Электролит в элементах имеет коричневый цвет	То же	То же
Трещины в мастике	Появление трещин в мастике или в слое карбинольного клея и просачивание через них электролита	Резкие и многочисленные колебания температуры	Расширить и углубить трещину, затем залить ее расплавленной мастикой
		Естественное старение	То же
Нарушение механической прочности (бой) моноблоков и аккумуляторных крышек	Видимые или невидимые трещины, через которые вытекает электролит при эксплуатации батарей	Удары при переноске, эксплуатации, транспортировке батарей	Заменить разбитые моноблоки и крышки

Основные неисправности аккумуляторных батарей

Вредная сульфатация пластин. При разрядке аккумуляторных батарей на поверхности и в порах активного материала как положительных пластин (PbO_2), так и отрицательных (Pb), образуется сульфат свинца ($PbSO_4$). Этот процесс является закономерным, обусловливающим получение электрической энергии. Сульфат свинца имеет мелкокристаллическую структуру и при своевременной нормальной зарядке батарей легко превращается в первоначальное состояние заряженной активной массы. Поэтому такая сульфатация, составляя необходимую часть работы батареи, не является источником повреждения или неисправности ее.

При неправильном уходе и эксплуатации аккумуляторных батарей, когда они, будучи частично или полностью разряженными, длительное время не заряжаются, сульфат свинца перекристаллизовывается и становится крупнокристаллическим. Сульфат свинца в основном образуется на поверхности пластин и закрывает поры, выключая из работы внутренние слои активной массы и значительно увеличивая внутреннее сопротивление батарей.

Для превращения крупнокристаллического свинца в первоначальные активные вещества заряженной батареи (PbO_2 и Pb) требуется затратить большое количество электрической энергии и времени. Так как засульфатированная батарея труднее воспринимает заряд и имеет большое внутреннее сопротив-

ление, то зарядка ее сопровождается быстрым повышением температуры электролита и бурным газовыделением.

Если эти явления (повышение температуры и газовыделение) ошибочно принять за признаки окончания заряда, в то время как батарея фактически еще совершенно не заряжена, то эта ошибка может привести к усугублению вредной сульфатации пластин. Кристаллы сульфата свинца будут продолжать увеличиваться в размере, и их превращение в первоначальные активные вещества заряженного аккумулятора будет еще более затруднено.

При систематических недозарядках батарей и доливке их электролитом вместо дистиллированной воды, а также вследствие глубоких недопустимых разрядов батарей ниже 1,7 *в* на элемент, количество крупнокристаллического сульфата свинца оказывается настолько значительным, что аккумуляторная батарея становится совершенно неработоспособной, а дефект неисправимым.

Признаки вредной сульфатации пластин. При заряде и разряде батарей засульфатированные элементы можно обнаружить по следующим признакам:

повышенному напряжению в начале зарядки и пониженному — в конце заряда;

плотность электролита при заряде почти не повышается или повышается очень медленно;

быстрому повышению температуры электролита при зарядке;

преждевременному газовыделению (кипение) в конце зарядки;

резкому падению напряжения при зарядке и пониженной емкости.

При вскрытии элементов засульфатированные пластины можно обнаружить по следующим внешним признакам:

поверхность отрицательных пластин жестка, шероховата;

цвет отрицательных пластин вместо серого беловатый, при значительной сульфатации на отрицательных и положительных пластинах образуется белая корка;

отсутствие характерного металлического блеска при прочерчивании гладким тупым предметом поверхности отрицательных пластин после зарядки.

Способ устранения вредной сульфатации пластин (десульфатационные заряды). Если нарушения правил ухода за батареями продолжались незначительное время и сульфатация пластин незначительная, то работоспособность батарей может быть восстановлена путем зарядки их слабым током в слабом электролите. Для этого из засульфатированных батарей или отдельных засульфатированных элементов выливают электролит, заменяют его дистиллированной водой и включают батареи на заряд. Величина зарядного тока должна быть в два раза меньше, чем для второй ступени нормального заряда. При удалении электролита из отдельных засульфатированных элементов остальные элементы батареи должны быть закрыты на несколько минут (не более пяти) глухими пробками.

Во время зарядки необходимо следить за тем, чтобы поверхность батарей была сухой, а температура электролита не превышала 40° С, в противном случае необходимо прервать зарядку для охлаждения электролита до 25° С, а затем продолжить.

Зарядку необходимо вести до тех пор, пока концентрация электролита не перестанет увеличиваться. После того как будут достигнуты признаки окончания зарядки (постоянство плотности электролита и напряжения в течение 6 *ч*) и батареи получат заряд не менее 150% от номинальной емкости, электролит из них выливают и наливают нормальный рабочий электролит. Затем батареи необходимо разрядить до получения величины напряжения 1,7 *в* на любом из вышедших из строя элементов.

Если при разрядке емкость получена меньше номинальной, но больше, чем до десульфатационной зарядки, то зарядку повторяют еще 1—2 раза. Для этого снова из батарей выливают электролит, заменяют дистиллированной водой и проводят зарядку, как указано выше.

После зарядки электролит сливают, заменяют нормальным рабочим электролитом и батареи разряжают.

Если после повторных десульфатационных зарядок будет получена емкость не менее 75% от номинальной емкости, то батареи подвергают нормальной зарядке и эксплуатируют. Если же батареи после десульфатационных зарядок не повысили емкость и отдают менее 75% номинальной емкости, то они к эксплуатации непригодны.

Срок службы засульфатированных батарей после десульфатационных зарядок значительно снижается. Работоспособность значительно засульфатированных батарей или отдельных элементов полному восстановлению не поддается.

Изменение полярности батарей или отдельных элементов. Изменение полярности батарей может произойти при неправильном подключении их в зарядную цепь. Если положительный полюс батарей ошибочно подключить к отрицательному полюсу источника тока, а отрицательный полюс батарей к положительному, то батареи будут сначала разряжены до нуля, а затем заряжены в обратном направлении. У таких батарей на отрицательных пластинах образуется перекись свинца, а на положительных — свинец, и батареи вследствие этого нормально работать не могут.

Изменение полярности отдельных элементов может произойти и в том случае, если разряд аккумуляторной батареи продолжать после того, как напряжение у одного или нескольких элементов упало до предельного значения (1,7 *в* на длительном режиме). При этом элементы с наименьшим напряжением быстро разряжаются до нуля, в то время как у остальных элементов напряжение может быть еще выше предельного или выше нуля. В этом случае разрядный ток более сильных элементов, проходя через более слабые элементы, будет действовать на их пластины как зарядный ток.

Пластины слабых элементов будут заряжаться в обратном направлении против нормального, т. е. на отрицательных пластинах будет образовываться положительная активная масса — перекись свинца, а на положительных пластинах — отрицательная активная масса — свинец. В результате разряда отдельных элементов до нуля и переполюсовки напряжение батарей уменьшается, так как каждый разряженный до нуля или переполюсованный элемент снижает напряжение батареи от 2 до 4 *в*.

Восстановить работоспособность переполюсованных элементов не всегда удается, часть из них приходит в полную негодность. Поэтому при эксплуатации всех типов аккумуляторных батарей необходимо повседневно следить за степенью их заряженности и ни в коем случае не допускать к установке на объект батареи с напряжением элементов ниже 2 *в*.

Способ устранения переполюсовки батарей и элементов. Если переполюсовка батарей или элементов произошла в результате нарушения правил подключения их в зарядную цепь или вследствие разряда ниже предельного напряжения, то восстановить работоспособность батарей можно путем проведения двух-трех контрольно-тренировочных циклов.

Однако необходимо иметь в виду, что переполюсовка батарей или отдельных элементов способствует вредной сульфатации пластин, особенно если они своевременно не устранены контрольно-тренировочными циклами. Кроме того, если переполюсовки и устранены, то емкость и срок службы батарей после этого значительно снижаются.

Короткое замыкание пластин. Соединение положительных пластин с отрицательными внутри элементов может произойти по следующим причинам:

повреждение или износ одного или нескольких сепараторов (сколы, трещины, отверстия);

наличие мест между соседними разноименными пластинами вследствие сдвига пластин по отношению друг к другу или же вследствие смещения сепараторов;

накопление шлама на дне сосуда элемента выше опорных призм, который при контакте с ножками отрицательных пластин восстанавливается во время зарядок до металлического свинца и соединяется с кромками положительных пластин. В батареях серии САМ этот недостаток отсутствует, так как у отрицательных пластин нет ножек и вместо них применены эбонитовые опорные призмы — башмачки;

образование древовидных наростов губчатого свинца на кромках и ножках отрицательных пластин (сверху, снизу или сбоку) и перекрытие ими сепарации;

попадание в элемент постороннего токопроводящего предмета.

Признаки короткого замыкания в элементе. 1. Плотность электролита при зарядке почти не повышается и в конце зарядки величина ее значительно ниже, чем в других элементах.

2. Непрерывное уменьшение плотности электролита в элементе от цикла к циклу, несмотря на то, что батарея получает нормальный заряд и плотность электролита в других элементах нормальная.

3. Высокая температура электролита при зарядке значительно больше, чем в других элементах.

4. Напряжение элемента при зарядке и разряде ниже, чем у других элементов, а при отключении батареи от зарядной цепи напряжение резко падает, иногда до нуля.

5. Быстрая потеря емкости после полной зарядки.

Для устранения короткого замыкания необходимо вскрыть элемент, вынуть его из сосуда, осмотреть и установить конкретную причину замыкания. Наросты свинцовой губки на кромках и ножках пластин удалить зачисткой. Поврежденные сепараторы заменить годными. Удалить накопившийся на дне сосуда элемента осадок и хорошо смыть водой. Выровнять кромки пластин и сепараторы, добившись симметричного расположения сепараторов и равномерного перекрытия ими со всех сторон кромок пластин. Удалить из элемента посторонние предметы. Затем провести контрольно-тренировочный цикл.

Повышенный саморазряд. При бездействии залитых электролитом аккумуляторных батарей как в заряженном, так и в полузаряженном состоянии всегда имеет место нормальный, неизбежный саморазряд, т. е. разряд батарей при отключенных потребителях, который ведет к потере емкости. Причинами нормального саморазряда аккумуляторных батарей являются местные электрохимические процессы разряда на положительных и отрицательных пластинах, химические реакции сульфатации отрицательных пластин и утечка тока по поверхности батарей.

Повышенный саморазряд батарей может происходить: при наличии на поверхности батарей и между элементами пролитого электролита; при загрязнении электролита, находящегося в элементах, вредными примесями (железо, медь, серебро, мышьяк, марганец и органические вещества) в количествах, превышающих допустимые.

Признаки повышенного саморазряда. 1. Быстрое уменьшение напряжения и плотности электролита при бездействии батареи.

2. Значительная или полная потеря емкости у заряженной батареи при бездействии в течение нескольких часов или суток.

Для уменьшения повышенного саморазряда необходимо вылить электролит из всех элементов, промыть их дистиллированной водой и заполнить свежим электролитом. Потом удалить электролит с поверхности батарей и протереть мастику чистой ветошью, смоченной в растворе соды или в нашатырном спирте. При сильном загрязнении элементов вредными примесями промывка элементов водой и замена электролита не позволяют полностью избавиться от повышенного саморазряда.

При эксплуатации батарей необходимо предохранять электролит от попадания вредных примесей и пользоваться только чистым электролитом и дистиллированной водой.

Обрыв электрической цепи батареи может произойти при расплавлении борна в одном или нескольких элементах вследствие короткого замыкания во внешней цепи или разряда ее током, превышающим максимально допустимый.

Признаком обрыва электрической цепи батареи является отсутствие напряжения на зажимах батареи и на поврежденных элементах при наличии напряжения на всех других элементах. Устранить обрыв электрической цепи батареи можно только путем ремонта, т. е. изъятия из батареи поврежденных элементов и замены их годными.

Нарушение контакта в местах пайки токоведущих частей. При механических повреждениях межэлементных соединений и выводных клемм у батарей (при ударе, падении) или вследствие скрытого дефекта пайки при изготовлении батареи может быть нарушен контакт токоведущих частей. Признаком нарушения контакта является нагревание места спайки борна с межэлементным соединением или с выводной клеммой до 120° С и более; потрескивание, сопровождаемое иногда дымом (при больших разрядных токах). Устранить нарушение контакта можно только перепайкой всех поврежденных соединений.

Растворение медного стержня в борнах батарей серий САМ и АСА. Для повышения электропроводности с целью обеспечения больших разрядных токов борны батарей изготавливают из свинцово-сурьмянистого корпуса, внутри которого помещен медный стержень (вкладыш). При наличии в свинцово-сурьмянистой оболочке борна раковин или трещин медный вкладыш (особенно положительный) под воздействием электролита и электрического тока будет растворяться. Медь, попадая в электролит и на пластины, вызывает повышенный саморазряд элемента.

Для предупреждения этой неисправности свинцово-сурьмянистая оболочка борнов изготавливается максимально возможной толщины, и за состоянием оболочки должен быть установлен особо тщательный контроль.

Признаки растворения медного вкладыша аналогичны вредной сульфатации пластин с одновременными признаками повышенного саморазряда. При вскрытии элемента на свинцово-сурьмянистой оболочке борна можно заметить отверстие (раковину). Отрицательные пластины имеют темно-бурый цвет. Если при вскрытии элемента не обнаружены раковины на борнах, то, следовательно, выход из строя элемента произошел из-за вредной сульфатации пластин или повышенного саморазряда. Устранить неисправность можно только путем замены поврежденных элементов годными.

Слипание положительных и отрицательных пластин с сепараторами. При нарушении правил подготовки батарей к хранению без электролита при перерывах в эксплуатации, т. е. при разрядке батарей перед хранением ниже предельного напряжения, при негерметичном закрытии элементов глухими пробками и хранении батарей при температуре выше 30° С возможна вредная сульфатация пластин, высыхание и слипание их с сепарацией. Признаки слипания те же, что и при вредной сульфатации пластин. Кроме того, отдельные элементы после слипания приводятся в рабочее состояние.

Устранить слипание можно путем проведения десульфатационных зарядок. Если десульфатационные зарядки положительного результата не дают, то заменить поврежденные элементы годными.

Повышенный износ пластин. В процессе эксплуатации пластины аккумуляторных батарей подвергаются естественному износу, от которого зависит их срок службы. Естественный износ положительных пластин заключается в том, что активная масса на их поверхности при нормальной работе батареи с течением времени постепенно размягчается и, частично оползая, опускается вниз элемента. Кроме того, материал решетки под воздействием зарядно-разрядных токов постепенно превращается в перекись свинца; электрическая проводимость уменьшается.

Износ отрицательных пластин заключается в основном в постепенном укрупнении кристаллов активной массы и накоплении сульфата свинца.

В результате естественного износа пластин емкость аккумуляторных батарей, начиная примерно с середины гарантийного срока службы, начинает постепенно уменьшаться. Однако при соблюдении всех правил ухода и при нормальной эксплуатации эти процессы не влекут за собой выхода пластин из строя раньше гарантийного срока службы.

Систематическая зарядка батарей большим током при повышенной температуре электролита (выше 45° С) вызывает сильное газовыделение, разрушающее активный материал положительных пластин, что ведет к повышенному и ускоренному оползанию активной массы. Если зарядка батарей производится при температуре электролита, превышающей 45° С, то процесс формирования решеток положительных пластин (превращение их в перекись свинца) ускоряется.

Повышенный износ пластин является результатом несоблюдения правил ухода за аккумуляторными батареями и нарушения требований нормальной эксплуатации их.

Признаки износа пластин. 1. При заряде батарей плотность электролита быстро поднимается до нормальных величин, а при разряде батареи отдают малую емкость.

2. Электролит в элементах имеет коричневый цвет.

Восстановить работоспособность элементов с изношенными пластинами невозможно. Если в батарее имеется один или несколько элементов с изношенными пластинами, то эти элементы необходимо заменить годными.

Трещины в мастике. Аккумуляторная заливочная мастика (битумно-асбестовая или АМ-55) с течением времени стареет, т. е. становится менее эластичной. При резких и многочисленных колебаниях температуры во время эксплуатации в батареях, имеющих большой срок службы (более гарантийного), могут появиться трещины в мастике. Для устранения их рекомендуется:

расширить и углубить трещину ножом на ширину 3—4 *мм* и на глубину 10—15 *мм*;

расплавить в ковшике до температуры 180—205° С мастику, взятую, например, из старых отработавших батарей;

непрерывно перемешивая расплавленную мастику, залить ею расширенную трещину, при этом батареи должны быть разряжены, пробки вывернуты;

после заливки мастику осторожно разровнять паяльной лампой или нагретым ножом.

Механические повреждения моноблоков. Тяжелые пакеты электродов из свинца и его окислов при изготовлении аккумуляторных батарей вставляются в относительно хрупкие эбонитовые моноблоки. При транспортировке и случайных ударах в эксплуатации происходят механические повреждения (бой) моноблоков. Наиболее слабым местом в моноблоках являются верхние углы, так как они ослаблены прорезями для вставки ручек и откидных болтов. Но бывают случаи боя моноблоков и в других местах.

При эксплуатации батарей необходимо осторожно переносить их за ручки, а при необходимости транспортировки исключить возможность ударов. При любом бое моноблоков, когда нарушается герметичность батарей, эксплуатировать батарею нельзя, так как из места нарушения моноблока будет вытекать электролит. Способы ремонта разбитых моноблоков в условиях эксплуатации затруднительны, поэтому целесообразно их заменить новыми. Замену моноблоков лучше производить у батарей, проработавших менее половины гарантийного ресурса, так как легче вынимать из моноблока пакеты электродов.

Разбитые батареи с нарушением прочности не только моноблоков, но и электродов ремонтировать не следует.

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ САМОЛЕТОВ (ВЕРТОЛЕТОВ)

Общие сведения. Электрические бортовые сети на летательных аппаратах служат для передачи и распределения электрической энергии от ее источников к потребителям. К электрической бортовой сети относятся:

электрическая проводка для передачи электрической энергии от источников питания к потребителям (провода, жгуты, шины);

коммутационная аппаратура, служащая для управления потребителями электроэнергии (выключатели, переключатели, кнопки и др.);

аппаратура защиты источников питания и проводов электрической сети от перегрузок и коротких замыканий (автоматы защиты, плавкие вставки и др.);

монтажное и установочное электрооборудование (распределительные щитки, коробки, пульты управления, сетевые разъемные устройства и др.);

устройства для защиты сети от электрических помех радиоприему (экранирование, металлизация, статразрядники, фильтры и др.).

На летательных аппаратах применяются следующие основные электросистемы:

постоянного тока с использованием корпуса изделия в качестве минусового провода;

переменного трехфазного тока с использованием корпуса изделия в качестве нулевого провода;

переменного трехфазного тока с изолированной нейтралью;

переменного однофазного тока;

постоянного тока — двухпроводная.

В соответствии с этой классификацией электрические сети на объектах подразделяются на:

сети постоянного тока с напряжением 24 *в*;

сети однофазного переменного тока с напряжением 115 *в*;

сети однофазного переменного тока с напряжением 208 *в*;

сети трехфазного переменного тока с напряжением 36 *в*;

сети трехфазного переменного тока с напряжением 220 *в*.

Все сети переменного тока имеют частоту 400 *гц*.

Кроме того, существует также условное подразделение электрической сети на энергетическую систему и на вторичную распределительную систему (цепь). Энергетической системой называется часть электрической сети от генератора до распределительных устройств, вторичной распределительной системой называется часть электрической сети от распределительных устройств до потребителей электроэнергии на объекте.

Электрическая сеть постоянного тока на объектах, как правило, выполнена по однопроводной схеме. В качестве обратного (минусового) провода используется корпус объекта.

Подключение минусовых проводов к источникам электроэнергии (генераторы и аккумуляторные батареи) осуществляется, как правило, вблизи каждого из них. Так, на большинстве объектов минусовые провода генераторов подклю-

чены к противопожарным перегородкам силовых установок, от аккумуляторных батарей — к силовому профилю каркаса конструкции вблизи мест их установки.

Включение минусовых проводов отдельных потребителей постоянного тока на корпус объекта выполнено возле каждого потребителя (если он не имеет непосредственного соединения с корпусом объекта) путем постановки перемычек под специальный болт на зачищенную до металлического блеска поверхность деталей конструкции. После затяжки болта место присоединения минусовой перемычки закрашивается красной краской.

Плюсовые провода электросети заделываются различными способами в зависимости от конструкции клемм разъемных устройств, щитков, аппаратуры и агрегатов, к которым они подсоединяются.

Электрическая сеть постоянного тока выполняется медными проводами БПВЛ (а на объектах более ранних конструкций — проводами ЛПРГС) сечением 0,35—95 $мм^2$ и алюминиевыми проводами БПВЛА сечением 35, 50, 70 и 95 $мм^2$. Алюминиевые провода, как правило, имеют около наконечников отличительную маркировку в виде красного кольца на хлорвиниловой трубке.

Для уменьшения помех радиоприему и «наводок» в цепях переговорного устройства часть электросети постоянного тока выполнена экранированными проводами (в металлической плетенке) БПВЛЭ.

Номинальное значение напряжения источников электроэнергии равно 28±3 *в*, а для токоприемников — 27±10 *в* (для сетей постоянного тока).

Токоприемники, предназначенные для работы в аварийном режиме, должны функционировать при снижении напряжения питания на их клеммах до 18 *в*. Токоприемники должны сохранять работоспособность при изменении напряжения в пределах, указанных в табл. 65, и восстанавливать свои характеристики при напряжении 27±10 *в*.

Таблица 65

Допустимые изменения напряжения системы постоянного тока при работе в переходном режиме

Предел 1		Предел 2		Предел 3		Предел 4	
t, сек	*U, в*	*t, сек*	*U, в*	*t, сек*	*U, в*	*t, сек*	*U, в*
0,00	80	0,000	70	0,00	8	0,00	0
0,05	80	0,015	70	0,02	8	0,01	0
0,10	73	0,040	60	0,08	15	0,02	0
0,40	60	0,100	49	0,60	24,3	1,00	6
1,00	50	0,600	29,7	1,00	24,3	3,00	10
5,00	35	5,000	29,7	5,00	24,3	5,00	12

Пульсации напряжения на клеммах источников (при изменении нагрузки от нуля до номинальной) без подключения аккумуляторных батарей должны быть такими, чтобы в установившемся режиме работы системы разность между наибольшим мгновенным значением и наименьшим мгновенным значением напряжения не превышала 8% от номинального значения напряжения. Частота пульсации напряжения должна быть не менее 0,5 *кгц*.

В переходном режиме работы системы постоянного тока напряжения должны соответствовать данным, приведенным на рис. 81 и в табл. 65, и не должны выходить за пределы 2 и 3 при установившемся режиме работы системы и за пределы 1 и 4 при нарушении режима работы системы.

При установившемся режиме работы системы, при переключении шин допускается падение напряжения до нуля в течение не более 0,08 *сек*.

При нарушении режима работы системы аппаратура защиты должна переключать токоприемники на исправный источник не позже чем через 3,5 *сек*.

Электрическая сеть переменного тока. Номинальные значения напряжения источников и приемников и допустимые отклонения в установившемся режиме работы для сети переменного тока должны соответствовать данным табл. 66.

Напряжения 208, 120, 36 и 28,5 *в* источников и 200, 115, 36 и 27 *в* приемников должны применяться только при частоте 400 *гц*; напряжения 41 *в* источников и 40 *в* приемников должны применяться с частотой более 400 *гц*.

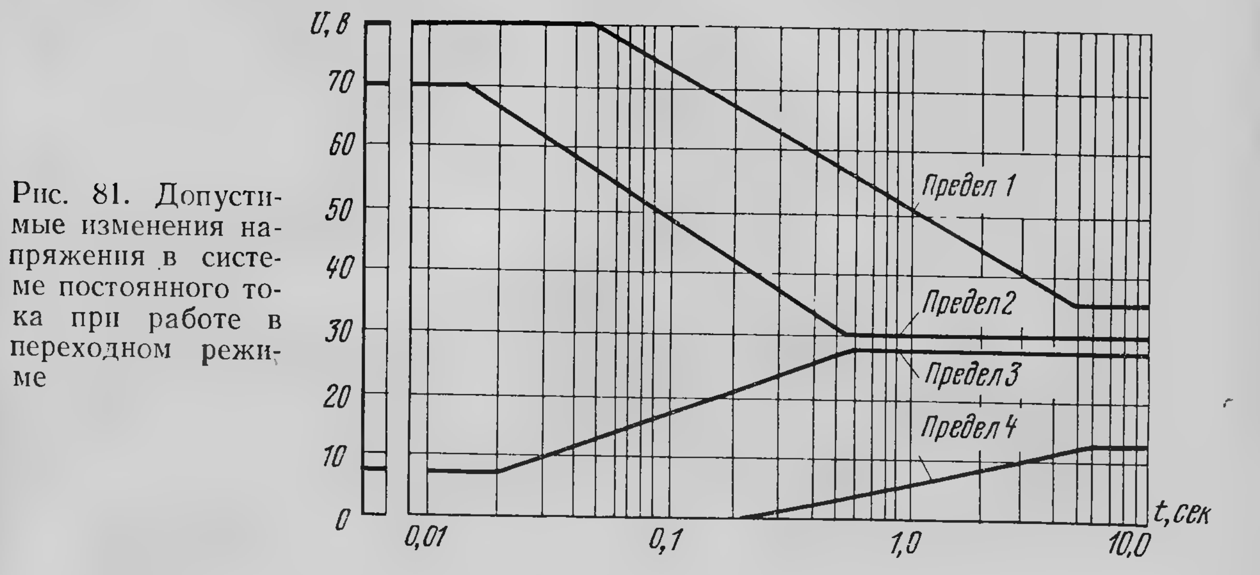


Рис. 81. Допустимые изменения напряжения в системе постоянного тока при работе в переходном режиме

Таблица 66

Номинальные значения напряжения источников и приемников для сети переменного тока в установившемся режиме работы

Тип электросистемы	Элементы электросистемы	Номинальные значения напряжения, *в*	Допустимые отклонения, %
Трехфазная	Источники электроэнергии	208/120 208	±2
Однофазная	Источники электроэнергии	36; 41	±3
Однофазная	Источники электроэнергии	120; 28,5	±2; ±3
Трехфазная	Токоприемники	200/115	±5
Трехфазная	Токоприемники	36; 40	+5 −10
Однофазная	Токоприемники	200/115	±5
Однофазная	Токоприемники	27	±10

Примечание. 1. Допустимые отклонения напряжения источников электроэнергии при симметричной нагрузке указаны для точки регулирования в регулируемых системах и для клемм источников в нерегулируемых системах.

Напряжения 208, 120, 41 и 36 *в* источников (кроме источников магнитоэлектрической системы возбуждения) могут быть изменены до 200, 115, 40 и 37 *в* соответственно.

Принятое обозначение фаз в системе:
первая фаза — A; вторая — B; третья — C.

Напряжения в фазах должны достигать амплитудных значений в порядке A—B—C (прямой порядок чередования фаз). Обозначение выводов источников питания должно соответствовать порядку чередования фаз.

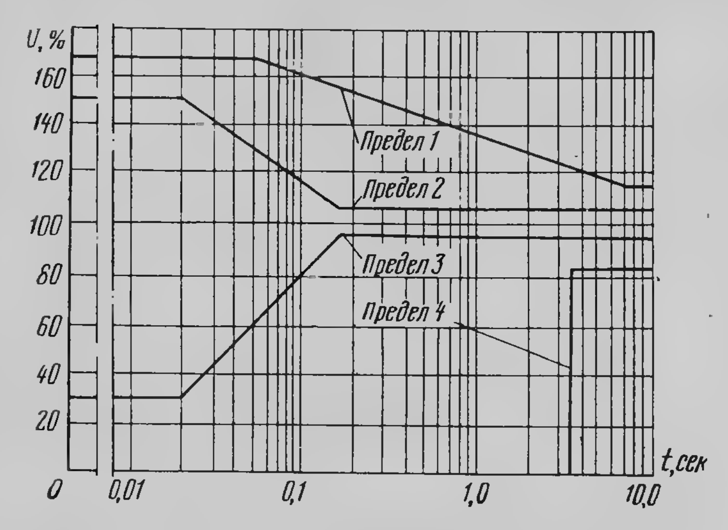


Рис. 82. Допустимые изменения напряжения в системе переменного тока при работе в переходном режиме

В переходном режиме работы системы переменного тока напряжения в процентах от номинальных значений должны соответствовать данным, приведенным на рис. 82 и в табл. 67, и не должны выходить:

за пределы 2 и 3 при нормальной работе системы (коммутация нагрузок и шин, включение источников на параллельную работу и т. п.);

за пределы 1 и 4 при ненормальной работе системы (выход из строя генератора, регулятора напряжения и т. п.).

Разность мощностей между наиболее и наименее нагруженными фазами в установившемся режиме работы не должна превышать 10% от общей мощности трехфазной системы; при этом дисбаланс напряжений не должен превышать ±2%.

Коэффициент искажения формы кривой напряжения в установившемся режиме работы не должен превышать 8%. (Коэффициент искажения формы кривой напряжения определяется отношением корня квадратного из суммы квадратов амплитудных значений высших гармоник напряжения к амплитудному значению первой гармоники напряжения.)

Таблица 67

Допустимые изменения напряжения системы переменного тока при работе в переходном режиме

Предел 1		Предел 2		Предел 3		Предел 4	
t, сек	*U, %*	*t, сек*	*U, %*	*t, сек*	*U, %*	*t, сек*	*U, %*
0,00	165	0,00	150	0,00	30	0,00	0
0,01	165	0,02	150	0,02	30	0,05	0
0,05	165	0,07	123	0,05	61	0,10	0
0,10	158	0,10	114	0,15	95 (90)*	1,00	0
1,00	132	0,15	105	1,00	95 (90)*	3,50	0; 80
5,00	113	5,00	105	5,00	95 (90)*	5,00	80

Модуляция напряжения в установившемся режиме работы не должна превышать 1% от номинального значения напряжения. (Модуляция напряжения определяется отношением разности между наибольшим значением и наименьшим значением огибающей кривой напряжения за период не менее 1 *сек* к удвоенному номинальному амплитудному значению напряжения.)

При установившемся режиме работы системы, при переключении шин напряжение может падать до нуля в течение не более 0,08 *сек*. При нарушении

режима работа системы аппаратура защиты должна переключать токоприемники на исправный источник питания не более чем через 3,5 *сек*.

Токоприемники, предназначенные для работы в аварийном режиме, должны функционировать при снижении напряжения питания на их клеммах: на 10% от номинальных значений напряжений 200 и 115 *в* и на 15% от номинальных значений напряжений 36, 40 и 27 *в*.

Токоприемники мощностью более 500 *вт* в трехфазных электросистемах выполняются только трехфазными.

Номинальные значения частоты и допускаемые отклонения в установившемся режиме работы системы переменного тока следующие:

Номинальное значение частоты, *гц*	400	1000	2000	4000	10 000
Допустимые отклонения частоты, %	±0,05	±0,1	±1,0	±2,0	±5,0

Модуляция частоты в установившемся режиме работы не должна превышать 0,5% от среднего значения частоты за любой период, равный 1 *мин*.

В переходном режиме работы отклонения частоты 400 *гц* должны соответствовать данным, приведенным на рис. 83 и в табл. 68, и не должны выходить за пределы 2 и 3 при установившемся режиме работы системы и за пределы 1 и 4 при нарушении режима работы системы.

Токоприемники должны сохранять работоспособность при изменении частоты в пределах 1—4 и восстанавливать свои характеристики после того, как значения частоты будут соответствовать значениям, указанным в табл. 68.

При нарушении режима работы системы аппаратура защиты должна переключать токоприемники на исправный источник питания не более чем через 5 *сек*. (Характеристики частот более 400 *гц* для системы особо оговариваются в ТУ.)

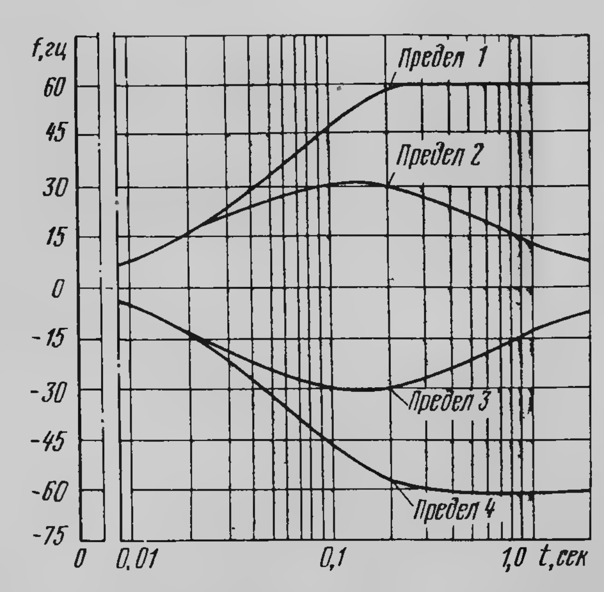


Рис. 83. Допустимые пределы отклонения частоты от номинальной в системе переменного тока при работе в переходном режиме

Таблица 68

Допустимые пределы отклонения частоты системы переменного тока при работе в переходном режиме

Предел 1		Предел 2		Предел 3		Предел 4	
t, сек	*f, гц*	*t, сек*	*f, гц*	*t, сек*	*f, гц*	*t, сек*	*f, гц*
0,015	+10	0,015	+10	0,015	—10	0,015	—10
0,080	+40	0,080	+28	0,080	—25	0,080	—40
0,250	+60	0,200	+30	0,200	—30	0,250	—60
1,000	+60	1,000	+13	1,000	—13	1,000	—60
5,000	+60	3,000	+5	3,000	—5	3,000	—60

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРОВОДА

Медные провода

Провода с изоляцией из пластических масс для бортовой сети имеют токонесущую жилу из медных проволок, луженных оловом, с изоляцией из полихлорвинилового пластиката в лакированной оплетке. Провода предназначены для монтажа электрической бортовой сети низкого напряжения. Выпускаются две марки проводов БПВЛ и БПВЛЭ (ВТУ МЭП 673—47), данные их приведены в табл. 69.

Таблица 69

Данные проводов БПВЛ и БПВЛЭ

Сечение провода, $мм^2$	Сопротивление 1000 *м* провода постоянному току при $t=20°$ С, *ом*	Число и диаметр проволок токонесущей жилы, *мм*	Наружный диаметр провода, *мм*		Максимально допустимый ток длительной нагрузки при индивидуальной прокладке, *а*	Максимально допустимый ток длительной нагрузки при групповой прокладке, *а*	Расчетный вес 1000 *м* провода, *кГ*	
			БПВЛ	БПВЛЭ			БПВЛ	БПВЛЭ
0,35	58	7×0,25	2,3	2,9	11	7	7,5	20
0,5	41,3	7×0,30	2,5	3,1	14	10	10	23
0,75	2[illegible],8	7×0,37	2,7	3,3	18	13	13	29
0,88	22,8	7×0,40	2,8	3,4	20	15	15	32
1,00	20,5	19×0,26	3,0	3,6	22	16	16,5	33
1,25	16,3	19×0,29	3,1	3,9	25	18	20	50
1,5	13,3	19×0,32	3,4	4,2	28	20	23	61
1,93	10,42	19×0,35	3,6	4,4	33	24	30	62
2,5	8,0	19×0,41	3,9	4,7	40	28	35	68
3,0	6,58	19×0,45	4,1	4,9	44	32	42	77
4,0	5,0	7×7×0,32	4,7	5,5	52	38	50	86
5,15	3,85	7×7×0,36	5,1	5,9	60	45	70	110
6,0	3,3	7×7×0,39	5,4	6,2	67	50	72	114
8,8	2,4	19×7×0,29	6,2	7,0	85	62	112	158
10	2,0	19×7×0,32	6,9	8,1	92	68	126	196
13	1,5	19×7×0,36	7,5	8,7	110	80	165	237
16	1,2	19×7×0,39	8,0	9,2	125	94	178	251
21	0,96	19×7×0,45	8,9	10,1	150	110	250	335
25	0,8	19×7×0,49	9,5	10,7	165	124	270	360
35	0,57	37×7×0,41	11,1	12,3	205	150	370	477
41	0,49	37×7×0,45	12,0	13,2	225	170	470	597
50	0,40	37×7×0,49	13,0	14,2	2[illegible]0	190	515	634
70	0,29	37×7×0,57	14,5	15,7	320	240	690	815
95	0,20	37×7×0,68	17,0	18,2	390	290	952	1100

Провод БПВЛ с изоляцией из винилового пластиката в лакированной оплетке из хлопчатобумажной пряжи применяется для эксплуатации при температуре окружающей среды от 70 до —60° С (70° С без нагрузки).

Провод БПВЛЭ с изоляцией из винилового пластиката в лакированной оплетке из хлопчатобумажной пряжи и экранирующей плетенке применяется для работы при тех же температурных условиях, что и провод БПВЛ, но в тех случаях, когда требуется защита радиоустановок от помех.

Выпускаются провода белого, голубого и красного цветов с плотностью оплетки не менее 90%.

Экранирующая плетенка изготовляется из медной проволоки 0,12—0,30 *мм*, луженной оловом, с плотностью экранирующей оплетки не менее 80%. Изолированные жилы проверяются на аппарате сухого испытания напряжением переменного тока частотой 50 *гц* при скорости их прохождения через аппарат не более 210 *м/мин*: жилы с толщиной изоляции 0,4 *мм* должны выдерживать испытания напряжением 2 *кв*, жилы с толщиной изоляции 0,5 и более — 3 *кв*. К проводам предъявляются следующие требования:

провод должен быть эластичным, малогорючим и стойким к воздействию тепла, холода, влаги, смеси масла и бензина;

провод должен выдерживать испытание напряжением 1000 *в* переменного тока частотой 50 *гц* в течение 1 *мин*.

Сопротивление изоляции проводов сечением 0,35—4,0 $мм^2$ должно быть не менее 500 *Мом* на 1 *м* после 48 *ч* пребывания провода в атмосфере с относительной влажностью 95%.

Алюминиевые провода

Алюминиевые провода выпускаются для бортовой электросети объектов и применяются для эксплуатации при тех же условиях, что и провода БПВЛ (табл. 70).

Таблица 70

Данные проводов БПВЛА (алюминиевых)

Сечение провода, $мм^2$	Наружный диаметр провода без изоляции, *мм*	Наружный диаметр провода с изоляцией, *мм*	Расчетный вес 1000 *м* провода, *кГ*	Номинальная сила тока при длительной нагрузке, *а*	Допустимая нагрузка, *а*	Сопротивление 1000 *м* провода при $t=20°$ С, *ом*
35	7,66	9,7	131,0	100	140	0,84
50	10,0	11,2	179,0	125	180	0,59
70	10,8	12,9	244,0	155	200	0,42
95	12,6	14,9	328,0	190	256	0,31

Провода марки БПВЛА изготовляются из алюминия марки А-1 (в соответствии с ТУКОМ-505-020—53).

В чистом сухом воздухе алюминиевые провода быстро покрываются тонкой неэлектропроводной окисной пленкой, которая является для них защитной, так как препятствует дальнейшему окислению металла. Однако под влиянием присутствующих в воздухе влаги и газов могут создаться благоприятные условия для интенсивной электрохимической коррозии алюминиевых проводов.

Алюминиевые провода при контакте с другими металлами и сплавами, имеющими различные электродные потенциалы, подвергаются интенсивной коррозии, тем большей, чем больше разность потенциалов между алюминиевыми проводами и контактирующими с ними другими металлами. Окисная пленка на поверхности алюминия ухудшает контакт между жилами провода, а также между проводом и наконечником, что приводит к увеличению падения напряжения и повышенному нагреву (иногда сверх допустимого) в местах заделки проводов.

Для нарушения окисной пленки алюминиевых проводов и предохранения мест заделки проводов от коррозии заделка проводов в наконечники производится с применением противокоррозионной пасты и последующей герметизацией мест заделки. Паста приготовляется из равных весовых частей медицинского вазелина ГОСТ 3522—47 и цинковой пыли ЦМТУ 1229—45.

Зачищенный конец провода перед надеванием на него наконечника покрывается снаружи тонким слоем противокоррозионной пасты, после чего дополнительно

зачищается специальной металлической щеткой для нарушения окисной пленки на жилах провода. Полость наконечника перед надеванием его на зачищенный провод наполняется на половину своего объема противокоррозионной пастой для удаления из нее воздуха. Только после такой предварительной подготовки провода и наконечника последний надевается на провод и подвергается опрессовке на винтовом прессе. Заделка наконечников на объекте запрещается.

Для обжатия наконечников на алюминиевых проводах применяются специальные пуансоны и матрицы с упорами, на которых указано, для какого сечения провода они предназначены. При обжатии наконечников на алюминиевых проводах пользоваться пуансонами, предназначенными для обжатия наконечников на медных проводах, запрещается (ввиду их конструктивного отличия). Лунка обжатия наконечника должна быть расположена строго по оси наконечника и иметь определенную степень (глубину) обжатия. Длина лунки по оси наконечника для проводов сечением 35 и 50 *мм*² составляет 12 *мм*, для проводов сечением 70 и 95 *мм*² — 16 *мм*. Глубина лунки обжатия зависит от сечения провода: 35 *мм*² — 5,2—5,6 *мм*; 50 *мм*² — 6,8—7,2 *мм*; 70 *мм*² — 7,2—7,6 *мм*; 95 *мм*² — 8,2—8,6 *мм*.

На наконечниках, заделка которых выполнена правильно, должно стоять клеймо. После заделки наконечника обязательно определяется глубина обжатия лунки с помощью специального приспособления с индикатором (измерительным прибором). Заделанные в наконечники алюминиевые провода подвергаются проверке на величину переходного сопротивления в месте заделки, которое определяется по формуле

$$R = \frac{U}{I}\, 10^3,$$

где R — величина переходного сопротивления, *мком*;
U — падение напряжения между медным наконечником и алюминиевым проводом, *млв*;
I — сила тока, протекающего по проводу при измерениях, *а*.

Величина переходного сопротивления в местах заделки проводов при температуре окружающей среды 20—22° С не должна превышать следующих величин:

Сечение провода, *мм*²	35	50	70	95
Сопротивление, *мком*, не более . .	20	15	12	10

При выполнении монтажа алюминиевых проводов на объекте следует иметь в виду, что провода марки БПВЛА имеют меньшую гибкость по сравнению с медными проводами БПВЛ, поэтому нельзя допускать крутых перегибов. Изгибы провода с малым радиусом вызывают смещение жил провода в месте заделки, при этом сопротивление в месте заделки увеличивается.

Радиусы изгиба проводов марки БПВЛА должны быть не менее указанных в табл. 71.

Таблица 71

Допустимые радиусы изгиба проводов БПВЛА при их монтаже

Сечение провода, *мм*²	Допустимый радиус изгиба провода, *мм*	Допустимый радиус изгиба провода при заделке в коробки (щитки), *мм*
35	50	30
50	60	40
70	100	60
95	150	100

При монтаже в начале и в конце изгиба провода должны быть установлены стандартные хомуты для закрепления провода в изогнутом положении. При входе в распределительные коробки (щитки) провода должны иметь такой изгиб, который обеспечивал бы отсутствие давления проводов на стенки коробки (щитка). При монтаже не допускаются многократные перегибы провода в одном и том же месте.

Провода повышенной теплостойкости для бортовой сети объектов

Провода имеют токонесущую жилу из медных проволок ММ (ГОСТ 2112—62), луженных оловом. Изоляция выполнена в виде обмотки лентами из фторопласта-4, закрытой затем обмоткой и оплеткой из стекловолокна. Провода предназначены для монтажа электрической бортовой сети низкого напряжения.

Известны две марки проводов БПТ-250 и БПТЭ-250 (табл. 72).

Таблица 72

Характеристика проводов БПТ-250 и БПТЭ-250

Номинальное сечение, *мм*²	Сопротивление жилы постоянному току при 20° С, *ом/км*	Номинальный диаметр проволоки, *мм*	Максимальный наружный диаметр провода, *мм*		Максимальный вес провода, *кГ/км*	
			БПТ-250	БПТЭ-250	БПТ-250	БПТЭ-250
0,35	58,0	0,26	2,3	2,9	8	20
0,50	41,3	0,30	3,5	3,1	10	23
0,75	26,8	0,37	2,7	3,3	13	29
1,0	20,5	0,26	3,0	3,6	17	33
1,5	13,3	0,32	3,3	4,1	23	61
2,5	8,0	0,41	3,8	4,6	35	68
4	5,0	0,32	4,6	5,4	50	86
6	3,3	0,39	5,2	6,0	72	110
10	2,0	0,52	6,7	7,9	126	196
16	1,2	0,49	7,8	9,0	178	261
25	0,80	0,49	9,1	10,3	270	360
35	0,57	0,49	10,7	11,9	370	477
50	0,40	0,49	12,4	13,6	515	634
70	0,29	0,59	14,1	15,3	690	815

БПТ-250 — провод с изоляцией из фторопласта-4 (ВТУМ 461—55), обмотанный и оплетенный стекловолокном и пропитанный лаком. Эксплуатируется при температуре от —60 до +250° С и рабочем напряжении до 130 *в*.

БПТЭ-250 — провод с изоляцией из фторопласта-4, обмотанный и оплетенный стекловолокном (ТУ 186—53) и пропитанный лаком БФ-2 (МХП ТУ 1367—49) в экранирующей плетенке. Применяется в том случае, когда требуется защита радиоустановок от помех при температуре окружающей среды от —60 до +250° С и рабочем напряжении 130 *в*.

Обмотка из фторопласта-4 состоит из трех лент, намотанных с положительным перекрытием не менее 30%. В местах заправки лент допускается увеличение толщины изоляции до 20% от наружного диаметра провода, замеренного по обе стороны от этого утолщения на длине до 15 *см*. Ленточная изоляция скрепляется стеклообмоткой. Наличие просветов на стеклообмотке допускается. Оплетка пропитывается лаком и плотно облегает провод. Допускается наличие петель, узлов, нитей и наплывов лаковой пропитки, не выходящих за пределы наружного диаметра. Плотность оплетки должна быть не менее 90% и иметь расцветку из одной-двух прядей цветного стекловолокна любого цвета. Местные загрязнения и пропуск отдельных нитей допускаются.

Экранирующая оплетка выполнена из медной луженой проволоки диаметром 0,12—0,30 *мм*, плотность ее не менее 80%. Провод выполнен малогорючим, эластичным и стойким к воздействию тепла, холода, смеси масла и керосина. Сопротивление изоляции провода после воздействия температуры 250° С в течение 24 *ч* должно быть не менее 500 *Мом/м*. После 24-часового пребывания в условиях 95% относительной влажности воздуха сопротивление изоляции — не менее 1 *Мом/м*.

В готовом виде провод в состоянии поставки и после воздействия температуры 250° С в течение 24 *ч* должен выдержать испытание напряжением 1000 *в* переменного тока частотой 50 *гц* в течение 1 *мин*.

Провода монтажные с пленочной изоляцией повышенной теплостойкости (ТУК ОММ 505. 111—54)

Токопроводящая жила выполнена из медных проволок (ГОСТ 2112—62), луженных оловом. Изоляция представляет собой обмотку из пленки фторопласта-4. Провода предназначены для монтажа аппаратуры при температуре от —60 до +250° С и рабочем напряжении до 250 *в* в диапазоне частот 50—500 *гц*.

При обжиге изоляции проводов выделяются токсичные газы, поэтому обжиг выполняется в вытяжном шкафу. Провода имеют марку ТМ-250 (табл. 73). При изготовлении проводов допускается наличие частично непролуженных проволок в количестве не более двух в любом сечении жилы. Отклонение от диаметра отдельных проволок и пропуск проволоки допускается, если омическое сопротивление жилы соответствует указанному в табл. 73.

Таблица 73

Характеристика проводов ТМ-250 (одножильные)

Сечение провода, *мм²*	Медная проволока: число проволок в жиле	Медная проволока: диаметр, *мм*	Наружный диаметр провода, *мм*, не более	Омическое сопротивление при 20° С, *ом/км*, не более
0,35	7	0,26	2,3	58,0
0,5	7	0,30	2,5	41,3
0,75	7	0,37	2,7	26,8
1,0	19	0,26	3,0	20,5
1,5	19	0,32	3,4	13,8
2,5	19	0,41	3,9	8,0
4,0	49	0,32	4,7	5,0
6,0	49	0,39	5,4	3,3

Пленочная изоляция наносится с положительным перекрытием не менее 40%. В местах заправки лент фторопласта-4 допускается утолщение. Ленты фторопласта-4 должны быть наложены во взаимно противоположном направлении. Первая лента накладывается в направлении, совпадающем с направлением скрутки проволок в жиле.

Оплетка из стекловолокна должна иметь плотность не менее 90%, не допускаются утолщения более чем на 10% от наружного размера провода. Оплетка пропитывается кремнийорганическим лаком. Допускаются наложение оплетки из цветного стекловолокна и расцвечивание оплетки пропусканием одной или нескольких прядей цветного стекловолокна.

Изоляция провода изготовляется малогорючей, эластичной, стойкой к воздействию тепла, холода и влаги. Сопротивление изоляции проводов после пребывания в течение 48 *ч* в атмосфере с относительной влажностью 95±3% должно быть не менее 100 *Мом/км*. Провод должен выдерживать в течение 1 *мин* испытание напряжением в 1500 *в* переменного тока частотой 50 *гц* при комнатной температуре и напряжением в 1000 *в* при температуре 250±5° С.

После выдерживания в термостате при температуре 250±5° С в течение 3 *ч* и при температуре —60±5° С в течение 2 *ч* и последующего 15-минутного охлаждения в комнатных условиях провод можно изгибать вокруг стержня диаметром, равным четырехкратному наружному диаметру готового провода. При этом не должно быть трещин стекловолокнистой изоляции.

Провода теплостойкие лакированные (ТУ ОМЧ 505.087—60)

Провода имеют токонесущую жилу из медной проволоки. Изоляция выполняется из фторопласта-4, покрытого лакированной защитной оболочкой из стеклонити. Провода предназначены для работы при напряжении до 250 *в* постоянного или переменного тока частотой до 500 *гц*.

Существуют следующие марки проводов (табл. 74).

ПТЛ-250 — провод теплостойкий, лакированный, рабочая температура от —60 до +250° С.

ПТЛЭ-250 — провод теплостойкий, лакированный, экранированный, рабочая температура от —60 до +250° С.

ПТЛ-200 — провод теплостойкий, лакированный, рабочая температура от —60 до +200° С.

ПТЛЭ-200 — провод теплостойкий, лакированный, экранированный, рабочая температура от —60 до +200° С (указанные температуры 250 и 200° С являются максимально допустимыми температурами нагрева провода).

Возможно одноразовое использование их в течение 3 *ч* при температуре 300° С. При обжиге изоляции провода выделяются токсичные газы, поэтому обжиг следует производить только в вытяжном шкафу. При изготовлении проводов допускаются местные утолщения до 20% наружного диаметра провода для сечений 0,35—6 *мм²* и до 10% для сечений 10—70 *мм²* на расстоянии 150 *мм* одно от другого.

Токопроводящая жила проводов марок ПТЛ-250 и ПТЛЭ-250 скручена из медных проволок, покрытых слоем серебра или другого теплостойкого металла, токопроводящая жила проводов марок ПТЛ-200 и ПТЛЭ-200 — из медных проволок, луженых оловом. Шаг скрутки проволок в жилу должен соответствовать ГОСТ 1956—52. Допускается наличие частично непролуженных проволок в количестве не более двух для сечений 0,35—6 *мм²* и не более пяти для сечений 10—70 *мм²*.

Пайка или сварка отдельных проволок и стренг производится серебряным припоем вразгон с расстоянием между местами спаек проволок не менее 200 *мм*, стренг — не менее 3 *м*. Пайка всей жилы в одном сечении не допускается.

Изоляция в виде обмотки пленкой из фторопласта-4 имеет толщину для проводов сечением 0,35—0,75 *мм²* — 0,25 *мм*; для проводов сечением 1,0—1,5 *мм²* — 0,3 *мм*; для проводов сечением 2,5—6 *мм²* — 0,35 *мм*; для проводов сечением 10—25 *мм²* — 0,40 *мм*; для проводов сечением 35—70 *мм²* — 0,50 *мм*.

Поверх изоляции наложена обмотка из стеклонити, покрытая слоем теплостойкого лака или эмали. Наличие просветов на стеклообмотке допускается. Допускается также наличие петель, узлов нитей и наплывов лака при условии соблюдения допусков на наружный диаметр провода. Местное загрязнение оплетки и пропуск пряди на длине до 50 *мм* или одиночных нитей допускается. Плотность оплетки должна быть не менее 90%.

Экранирующая оплетка выполнена из медной луженной оловом проволоки диаметром 0,12—0,30 *мм*. Пропуск пряди на длине до 50 *мм* и одиночных проволок допускается. Плотность экрана — не менее 80%.

Провода марок ПТЛ-250 и ПТЛЭ-250 отличаются от проводов марок ПТЛ-200 и ПТЛЭ-200 цветной нитью. Для изготовления проводов применяются следующие материалы:

медная проволока (ГОСТ 2112—62); пленка из фторопласта-4 (ВТУ МХП М-461—55); стеклянная нить (ГОСТ 8325—61); кремнийорганический лак К-47 (ВТУ МХП М-658—55); кремнийорганический лак К-55 (ВТУ КХЗ 12—56); эмаль КО-1-908 (ВТУ 133—60); медная посеребренная проволока (ТУ ОМЧ 505.054—59).

Провода выполнены эластичными и стойкими к воздействию тепла, холода, влаги и истиранию. Сопротивление изоляции проводов после воздействия температур 200 и 250° С (соответственно марке провода) — не менее 500 *Мом/м*.

Провода должны выдерживать в течение 1 *мин* испытание переменным током частотой 50 *гц* напряжением 1500 и 1000 *в* при температуре 200 и 250° С (соответственно марке провода).

Провода монтажные особо гибкие (ТУК ОММ 505. 127—55)

Провода имеют токонесущую жилу из медной проволоки. Изоляция выполняется из шелковой лакоткани в обмотке, закрытой оплеткой из капрона. Провода предназначены для передачи электрического напряжения с неподвижных частей к возвратно-поступательным и поворотным частям блоков аппаратуры

Таблица 74

Характеристика проводов ПТЛ-250, ПТЛ-200, ПТЛЭ-250 и ПТЛЭ-200

Сечение провода, $мм^2$	Сопротивление провода, *ом/км*	Диаметр проволоки, *мм*	Наружный диаметр провода, *мм*				Расчетный вес провода, *кГ/км*			
			ПТЛ-200, ПТЛЭ-200		ПТЛ-250, ПТЛЭ-250		ПТЛ-250	ПТЛЭ-250	ПТЛ-200	ПТЛЭ-200
			номинальный	максимальный	номинальный	максимальный				
0,35	58,0	0,15	2,0	2,2	2,5	2,7	9,2	18	8,8	17,8
0,50	41,3	0,20	2,2	2,4	2,7	2,9	10,8	20,4	10,3	19,8
0,75	28,2	0,23	2,4	2,6	2,9	3,1	14,5	24,8	13,8	24,1
1,0	20,5	0,26	2,6	2,9	3,1	3,4	18,8	30,0	17,5	28,8
1,5	13,3	0,32	2,9	3,2	3,4	3,7	25	37,5	23,2	35,7
2,5	8,0	0,41	3,5	3,9	4,1	4,5	38	58	35,5	56,6
4,0	5,0	0,32	4,3	4,7	4,9	5,3	58	81	54	77
6,0	3,3	0,39	5,0	5,5	5,6	6,1	80	105	75	100
10	2,0	0,52	6,4	7,1	7,2	7,9	135	179	129	173
16	1,2	0,49	7,8	8,6	8,6	9,4	200	252	189	241
25	0,8	0,49	9,0	9,9	9,8	10,7	300	360	282	342
35	0,57	0,41	10,5	11,6	11,7	12,8	408	514	381	487
50	0,40	0,49	12,2	13,5	13,4	14,7	561	685	529	653
70	0,29	0,58	14,1	15,6	15,3	16,8	762	905	725	868

при температуре от —60 до +60° С. Провода имеют марку МОГ. Токопроводящая медная жила марки ПШ обматывается хлопчатобумажной пряжей вразгон и четырьмя слоями лент из шелковой лакоткани, поверх которых накладывается обмотка из капрона, подклеенная клеем БФ-2 к оплетке.

Номинальное сечение токопроводящих жил — 0,3 и 0,5 $мм^2$, активное сопротивление постоянному току не более 77,2 *ом/км* для сечения 0,3 $мм^2$ и не более 46,2 *ом/км* для сечения 0,5 $мм^2$. Наружный диаметр провода не более 3 *мм* для сечения 0,3 $мм^2$ и не более 3,3 *мм* для сечения 0,5 $мм^2$. Расчетный вес 1 *км* провода должен быть не более 8 *кГ* для сечения 0,3 $мм^2$ и не более 11 *кГ* для сечения 0,5 $мм^2$.

Провода расцвечиваются нитями из цветного натурального шелка (по белому фону). Применяются следующие виды расцветок: искрой (черная, коричневая, зеленая, синяя, красная, желтая), крестом (черная — черная, коричневая — коричневая, зеленая — зеленая, синяя — синяя, красная — красная, желтая — желтая, черная — красная, черная — желтая, синяя — черная, коричневая — желтая, зеленая — красная, зеленая — желтая, синяя — красная, красная — желтая).

Изоляция провода должна плотно облегать жилу. Допускается наличие на проводе небольших загрязнений, неравномерность подклейки лаком БФ-2, местных утолщений, не выходящих за пределы максимального наружного диаметра при условии соответствия провода всем остальным требованиям.

Пробивное напряжение при испытании переменным током частотой 50 *гц* в течение 5 *мин* должно быть не менее 3000 *в*, сопротивление изоляции провода при комнатной температуре после 24-часового пребывания при относительной влажности воздуха 95—98% — не менее 1000 *Мом* на 1 *м*.

Провода монтажные с волокнистой и полихлорвиниловой изоляцией (МРТУ 2-017-1—62)

Провода применяются для монтажа в приборах, электрических устройствах.

Провода предназначены для работы при температуре от —50 до +70° С и относительной влажности воздуха до 95±3%.

Выпускаются следующие марки проводов.

МШВ — провода монтажные с пленочной или волокнистой и полихлорвиниловой изоляцией (табл. 75).

Таблица 75

Данные проводов МШВ

Площадь сечения, $мм^2$	Диаметр токопроводящих жил, *мм*	Сопротивление провода постоянному току, *ом/км*	Наружный диаметр провода, *мм*		Расчетный вес провода, *кГ/км*	
			с пленочной изоляцией	с волокнистой изоляцией	с пленочной изоляцией	с волокнистой изоляцией
0,07	0,3	280	0,7—1,0	0,7—1,0	1,5	1,5
0,20	0,52	100	1,1—1,6	1,1—1,6	3,6	3,9
0,35	0,68	57	1,4—1,8	1,4—1,9	5,3	5,7
0,50	0,79	40	1,6—1,9	1,6—2,0	7,0	7,4
0,75	0,97	27	1,8—2,2	1,8—2,3	10,1	10,4
1,00	1,13	20	2,0—2,4	2,0—2,6	11,7	12,0
1,50	1,37	13	2,2—2,5	2,2—2,7	17,5	18,0

МГШВ — провода гибкие монтажные с пленочной или волокнистой и полихлорвиниловой изоляцией (табл. 76).

МГШВЭ — провода гибкие монтажные с пленочной или волокнистой и полихлорвиниловой изоляцией, экранированные (табл. 77).

Таблица 76

Данные проводов МГШВ

Площадь сечения, $мм^2$	Число и диаметр проволок токопроводящих жил, *мм*	Номинальный диаметр неизолированной жилы, *мм*	Сопротивление токопроводящей жилы постоянному току, *ом/км*	Наружный диаметр провода, *мм*		Расчетный вес провода, *кГ/км*	
				с пленочной изоляцией	с волокнистой изоляцией	с пленочной изоляцией	с волокнистой изоляцией
0,12	7×0,15	0,45	167	0,9—1,2	0,9—1,3	2,0	2,23
0,14	18×0,10	0,50	143	0,9—1,3	0,9—1,4	2,2	2,44
0,20	12×0,15	0,62	100	1,2—1,5	1,2—1,6	3,6	3,9
0,35	20×0,15	0,80	57	1,4—1,8	1,4—1,9	5,5	5,9
0,50	16×0,20	0,94	40	1,7—2,1	1,7—2,2	7,5	7,9
0,75	24×0,20	1,20	27	2,0—2,3	2,0—2,5	10,9	11,4
1,0	32×0,20	1,30	20	2,2—2,6	2,2—2,8	13,6	14,1
1,5	19×0,32	1,60	13	2,4—2,8	2,4—3,0	19,1	19,8

Таблица 77

Данные проводов МГШВЭ

Число жил и площадь сечения, $мм^2$	Число и диаметр проволок жилы, *мм*, не более	Диаметр неизолированной жилы, *мм*	Сопротивление жилы постоянному току, *ом/км*	Наружный диаметр провода, *мм*		Расчетный вес провода, *кГ/км*	
				с пленочной изоляцией	с волокнистой изоляцией	с пленочной изоляцией	с волокнистой изоляцией
0,14	18×0,10	0,5	143	1,9	2,0	8,6	9,0
0,2	12×0,15	0,62	100	2,1	2,2	9,9	10,3
0,35	20×0,15	0,8	57	2,4	2,5	14,4	14,9
0,5	16×0,20	0,94	40	2,7	2,8	16,9	17,5
0,75	24×0,20	1,2	27	3,2	3,3	22,8	23,5
2×0,35	20×0,15	0,8	57	4,3	4,6	27,5	29,4
2×0,5	16×0,20	0,94	40	4,9	5,2	33,5	35,5
2×0,75	24×0,20	1,2	27	5,4	5,8	43,2	46,3
3×0,35	20×0,15	0,8	57	4,6	4,9	34,2	36,3
3×0,5	16×0,20	0,94	40	5,1	5,4	42,3	44,8
3×0,75	24×0,20	1,2	27	5,9	6,8	55,2	59,1

Токопроводящая жила изготовляется из луженой проволоки. Изоляция провода состоит из двух слоев искусственного или пропитанного натурального шелка или хлорвиниловой пленки, наложенных во взаимно противоположных направлениях и покрытых слоем полихлорвинилового цветного пластиката. Цвета пластика обозначаются так: красный или розовый — К, синий или голубой — С, черный или фиолетовый — Ч, желтый или оранжевый — Ж, белый или натуральный — Б, зеленый — З.

На поверхности провода не должно быть пузырей, порезов и включений, ухудшающих электрические характеристики кабелей. Допускаются незначительная шероховатость, местные наплывы и ребристость по шагу скрутки и обмотки, не выходящие за пределы наружных диаметров.

Экран, наложенный на одну, две или три скрученные изолированные жилы, выполняется из медной проволоки диаметром 0,12—0,2 *мм*, покрытой свинцово-оловянистым сплавом. Плотность экрана не менее 80%.

Провода марок МШВ и МГШВ, а также изолированные жилы провода марки МГШВЭ после трехчасового пребывания в воде должны выдерживать испытание напряжением переменного тока частотой 50 *гц* в течение 1 *мин* при напряжении 800 *в* — для сечений 0,07 и 0,12 $мм^2$, 2000 *в* — для сечений 0,2 $мм^2$ и более.

Провода марки МГШВЭ должны выдерживать в течение 1 *мин* напряжение 2000 *в* переменного тока частотой 50 *гц* между жилами и между жилами и экраном без погружения в воду.

Провода марок МШВ и МГШВ после воздействия на них давления грузом 100 *Г* при температуре 100±5° С в течение 1 *ч* должны выдерживать в течение 1 *мин* испытание напряжением не менее 640 *в* для сечений 0,07 и 0,12 $мм^2$ и напряжением 1600 *в* — для сечений 0,2 $мм^2$ и более.

Пробивное напряжение после старения при воздействии температур от —45 до +100° С устанавливается не менее 800 *в* переменного тока частотой 50 *гц* для сечений 0,07 и 0,12 $мм^2$, 1500 *в* переменного тока частотой 50 *гц* — для сечений 0,2 $мм^2$ и более.

Сопротивление изоляции после трехчасового пребывания провода в воде, пересчитанное на длину 1 *м* и температуру +20° С, должно быть не менее 20 000 *Мом*, сопротивление изоляции, измеренное при температуре 50° С, — не менее 1000 *Мом* на 1 *м*.

Полихлорвиниловая оболочка не должна растрескиваться и терять эластичность после 96 *ч* пребывания провода при температуре 100±5° С. Полихлорвиниловая оболочка не должна растрескиваться и слипаться после 5 *мин* пребывания провода в среде с температурой 130±5° С. Оболочка провода в среде с температурой —45±5° С не должна разрушаться от вибрации. Оболочка провода, находящегося в напряженном состоянии, не должна растрескиваться при воздействии температуры —45±5° С при изгибе.

Провода нагревательных элементов (ВТУ 688—48) изготовляются из сплава нихром в полихлорвиниловой оболочке и обозначаются ПО. Они предназначены для производства нагревательной спирали плитки обогрева аккумуляторных батарей и агрегатов спецоборудования. Сердечник провода состоит из волокнистых нитей (хлопчатобумажная пряжа, шелк и др.) в виде скрученной бечевы или холостой оплетки. Поверх сердечника наложен слой из 10 нихромовых проволок диаметром 0,15—0,01 *мм* и шагом 4—5 *мм*. Допускается обрыв не более одной проволоки на 10 *м* длины провода; провод должен быть негорючим.

Поверх нихромовых проволок наложены обмотка из хлопчатобумажной пряжи или других волокнистых материалов и оболочка из полихлорвинилового пластиката. Наружный диаметр провода — $2{,}2_{-0{,}2}$ *мм*. Сопротивление токопроводящей жилы постоянному току, отнесенное к 1 *м* длины и при температуре 20° С, должно быть в пределах 6—8 *ом*. Провод после 3 *ч* пребывания в воде должен выдержать испытание напряжением 500 *в* переменного тока частотой 50 *гц* в течение 1 *мин*.

Данные проводов ЛПРГС приведены в табл. 78.

Сопротивление изоляции электрических цепей должно быть не менее норм, указанных в табл. 79.

Таблица 78

Данные проводов ЛПРГС

Площадь сечения провода, *мм²*	Количество и диаметр проволок токонесущей жилы, *мм*	Наружный диаметр жилы, *мм*	Наружный диаметр провода, *мм*	Вес 1000 *м* провода, *кг*	Сила тока при длительной нагрузке, *а*	Сила тока плавких предохранителей, *а*	Максимально допустимая сила тока при нагрузке длительностью до 5 *мин*, *а*	Предельно допустимая сила тока при 30-секундной нагрузке, *а*	Цвет проводов
0,75	19×0,23* 24×0,20	1,2	3,6	20,0	9	10	15	18	Белый
1,0	19×0,25* 31×0,20	1,3	3,7	22,0	11	10	20	22	Голубой или синий
1,5	19×0,32* 21×0,30	1,6	4,0	29,0	14	10 (15)	24	28	Красный или розовый
2,5	19×0,41	2,1	4,4	44,0	20	20	30	40	Зеленый или черный
4,0	7×7×0,32	2,6	5,2	55,0	25	20 (25)	40	50	Желтый или коричневый
6,0	7×7×0,39	3,2	5,8	78,0	31	30	60	62	Белый
10,0	7×7×0,52	4,6	8,1	145,0	43	40	80	86	Голубой или синий
16,0	12×7×0,49	6,0	9,5	215,0	75	80	100	150	Красный или розовый
25,0	19×7×0,49	7,2	11,2	326,0	100	100	125	200	Зеленый или черный

* Провода выпускаются без обмотки токопроводящей жилы хлопчатобумажной нитью.

Таблица 79

Нормы сопротивления изоляции электрических цепей

Условия испытания	Сопротивление изоляции, *Мом*, при напряжении		
	до 0,5 *кв*	0,5—10 *кв*	свыше 10 *кв*
Температура 25±10° С, влажность 65±15%, атмосферное давление 750±10 *мм рт. ст.*	20	100	1000
Температура 120° С	5,0	20	200
Влажность 95—98%, температура 40° С	1,0	2	20

РУКАВА И ПЛЕТЕНКИ ЭКРАНИРУЮЩИЕ

Рукава экранирующие, заделанные в наконечники, представляют собой гибкие металлические ленты из алюминиевого сплава АМцАМ с оплеткой из алюминиевой или медной проволоки; выпускаются покрытыми сверху слоем пластиката (хлорвиниловой оболочкой) или без него.

Плетенкой экранирующей, заделанной в футорки, называется холостая проволочная плетенка, изготовленная из медной луженой проволоки, имеющая на концах специально заделанные футорки и гайки.

Плетенки и рукава экранирующие предназначаются для экранирования электропроводов, а также для защиты их от механических повреждений, а рукава с оболочкой из пластиката — для предохранения от проникновения жидкости.

Заделанные в наконечники рукава и плетенка в футорки, а также детали заделки должны соответствовать данным, приведенным в табл. 80—91.

Плетенки, рукава, футорки, заделанные в наконечники

Таблица 80

Номер нормали	Нормаль	ТУ на рукава и плетенки	Номер нормали на деталь		
			наконечник	футорка	гайка
35М56	Плетенки экранирующие, заделанные в футорки	СТУ 35-05-060—61	—	35М56	42М56
38М56	Рукава экранирующие с оплеткой из алюминиевой проволоки, заделанные в наконечники	ОТУ 22-118—66	39М56	—	42М56
40М56	Рукава экранирующие с пластикатом, заделанные в наконечники	—	39М56	—	42М56
54М56	Рукава экранирующие с оплеткой из медной проволоки, заделанные в наконечники	ОТУ 22-118—66	55М56	—	42М56

Рукава экранирующие с оплеткой из алюминиевой проволоки, заделанные в наконечники 38М56 (рис. 84)

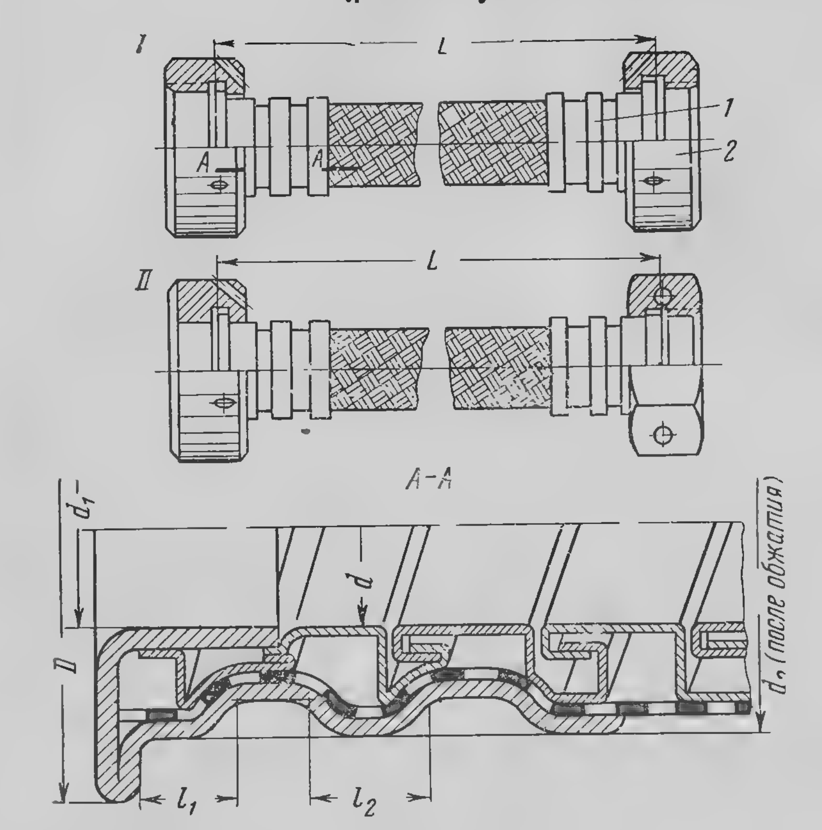


Рис. 84. Рукава экранирующие с оплеткой из алюминиевой проволоки, заделанные в наконечники 38М56 (к табл. 81):
I — рукав, имеющий на обоих концах заделку № 10:
1 — наконечник 39М56; *2* — гайка 42М56;
II — рукав, имеющий на одном конце заделку № 8, на другом — № 12

Таблица 81

Номер заделки конца рукава	Размеры рукава, *мм*						Обозначения		Соединение гайки со штепсельным разъемом
	d	D	d_1	d_2	$l_1 \pm 0{,}5$	$l_2 \pm 0{,}5$	наконечника	гайки	
1		12,5					39М56-1	42М56-4	—
2	4,7		5	9,6				42М56-7	—
3		14					39М56-2	42М56-9	ШР-16
4								42М56-7	2
5	6,3		6	11			39М56-4	42М56-9	ШР-16
6								42М56-11	—
7		16				3	39М56-5	42М56-13	—
8		18						42М56-15	—
9					4		39М56-8	42М56-17	
10								42М56-19	ШР-20
11	9,3	20	9	14,5			39М56-9	42М56-21	—
12								42М56-23	—
13		22					39М56-11	42М56-25	—
14		25						42М56-27	—
15	12,5		12	17,5		5	39М56-12	42М56-29	—
16								42М56-30	—
17		28					39М56-13	42М56-31	ШР-28 ШР-32
18		25					39М56-14	42М56-27	—
19								42М56-29	—

Продолжение табл. 81

Номер заделки конца рукава	Размеры рукава, *мм*						Обозначения		Соединение гайки со штепсельным разъемом
	d*	D	d_1	d_2	$l_1 \pm 0{,}5$	$l_2 \pm 0{,}5$	наконечника	гайки	
20								42М56-30	—
21	14	28	13	19			39М56-15	42М56-31	ШР-28;32
22								42М56-32	—
23		31					39М56-16	42М56-33	ШР-36
24								42М56-32	—
25	16		15	21	5	5	39М56-17	42М56-33	ШР-36
26		34					39М56-18	42М56-24	ШР-40
27		31						42М56-32	—
28			19	25			39М56-2 0	42М56-33	ШР-36
29	19,7	34					39М56-21	42М56-34	ШР-40
30		40					39М56-22	42М56-35	ШР-48
31	26		25	33			39М56-23		
32		50					39М56-24	42М56-38	ШР-55
33		54	25	33	5	5	39М56-25	42М56-39	ШР-60
34	33		32	39,5			39М56-28		
35		58					39М56-29	42М56-40	—

Пример обозначения рукава с проходным сечением d=9,3 *мм*, длиной L: 38М56—9,3—10—10—L (имеет на обоих концах заделку № 10); 38М56—9,3—8—12—L (имеет на одном конце заделку № 8, на другом — № 12).

Рукава экранирующие с пластикатом, заделанные в наконечники 40М56 (рис. 85)

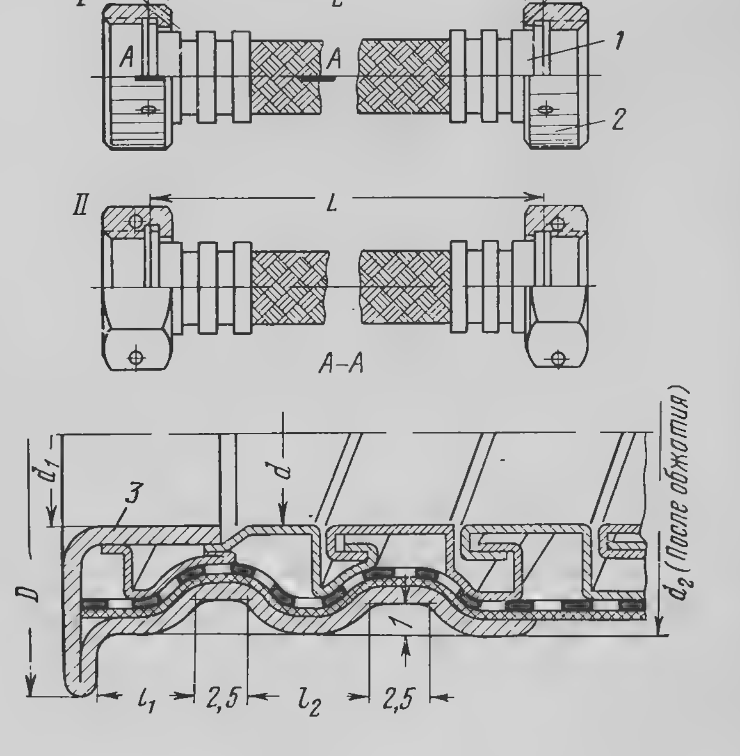


Рис. 85. Рукава экранирующие с пластикатом, заделанные в наконечники 40М56 (к табл. 82):
I — рукав, имеющий на обоих концах заделку № 8;
1 — наконечник 39М56; *2* — гайка 42М56;
II — рукав, имеющий на одном конце заделку № 3, на другом — № 6

* Здесь и в табл. 82—84, 88 и 90 d — условный диаметр проходного сечения.

Таблица 82

Номер заделки конца рукава	Размеры рукава, *мм*						Обозначения		Соединение гайки со штепсельным разъемом
	d	D	d_1	d_2	$l_1 \pm 0{,}5$	$l_2 \pm 0{,}5$	наконечника	гайки	
1	4,7	14	5	10,5			39М56-3	42М56-7	—
2								42М56-9	ШР-16
3		16					39М56-6	42М56-11	—
4								42М56-13	—
5	6,3		6	12,5	4	3	39М56-7	42М56-15	—
6		18						42М56-17	—
7							39М56-10	42М56-19	ШР-20
8	9,3	20	9	16				42М56-21	—
9							39М56-19	42М56-32	—
10	19,7	31	19	26,5				42М56-33	ШР-36
11		46			5	5	39М56-26	42М56-37	—
12	33	50	32	40,8			39М56-27	42М56-38	ШР-55

Рукава экранирующие с оплеткой из медной проволоки, заделанные в наконечники 54М56 (рис. 86)

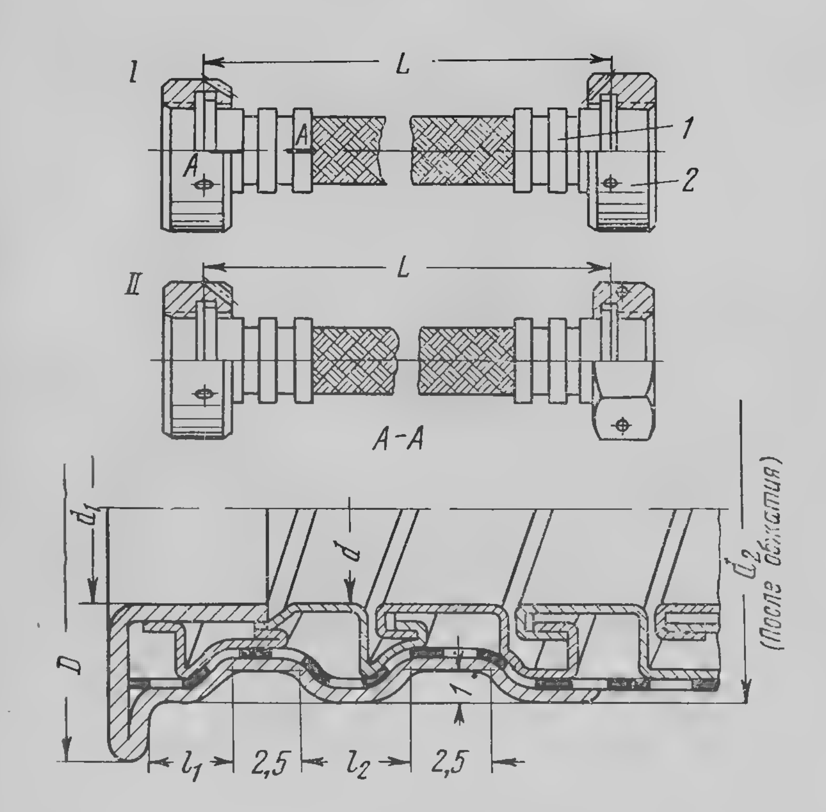


Рис. 86. Рукава экранирующие с оплеткой из медной проволоки, заделанные в наконечники 54М56 (к табл. 83):

I — рукав, имеющий на обоих концах заделку № 14;

1 — наконечник 55М56; гайка 42М56;

II — рукав, имеющий на одном конце заделку № 3, на другом — № 10

Таблица 83

Номер заделки конца рукава	Размеры рукава, *мм*						Обозначения		Соединение гайки со штепсельным разъемом
	d	D	d_1	d_2	$l_1 \pm 0{,}5$	$l_2 \pm 0{,}5$	наконечника	гайки	
1	8	16	7,8	13			55М56-1	42М56-11	—
2								42М56-13	
3		18			4	3	55М56-2	42М56-15	—
4	10		9,6	15				42М56-17	
5		22					55М56-3	42М56-23	—
6								42М56-25	
7		25					55М56-4	42М56-27	—
8								42М56-29	
9	12		11,5	17,5	4	3	55М56-5	42М56-30	
10		28						42М56-31	ШР-28;32
11							55М56-6	42М56-30	ШР-28
12	16		14,5	21,5				42М56-31	ШР-32
13		31					55М56-7	42М56-32	—
14								42М56-33	ШР-36
15		34					55М56-8	42М56-34	ШР-40
16		31					55М56-9	42М56-32	—
17	18	34	17,5	24,5				42М56-33	ШР-36
18			21,3	30			55М56-10	42М56-34	ШР-40
19	22						55М56-11		
20		40					55М56-12	42М56-35	ШР-48
21	25		24,3	33,5	5	5	55М56-13		
22		50					55М56-14	42М55-38	ШР-55
23	27		26,3	35			55М56-15		
24		54					55М56-16	42М56-39	ШР-60
25		50					55М56-17	42М56-38	ШР-55
26	29	54	28,5	36,5			55М56-18	42М53-39	ШР-60
27	34		33,2	42,5			55М56-19		
28		58					55М56-20	42М56-10	—

Примечание. Переходное электрическое сопротивление между наконечником и рукавом допускается не более 100 *мком*

Конструктивные размеры и вес шлангов в оболочке из пластиката

Таблица 84

Марка шланга	Внутренний диаметр шланга, *мм*	Диаметр шлачта по оплетке, *мм*	Радиальная толщина оболочки, *мм*	Наружный диаметр готового шланга, *мм*	Вес 1000 *м* шланга, *кГ*
ШВГ-4,7	4,7±0,5	8,3±0,5	0,6	9,5±0,5	90
ШВГ-6,3	6,3±0,5	10,0+0,5	0,7	11,4±0,5	115
ШВГ-9,3	9,3±0,5	13,0±0,5	0,8	14,6±0,5	170
ШВГ-19,7	19,7±0,5	23,7±0,5	0,8	25,3±0,5	325
ШВГ-33	33±0,5	38,0±0,5	0,8	39,6±0,5	640

Сортамент плетенки

Таблица 85

Обозначение плетенки	Предельный диаметр экранируемых проводов, *мм*		Вес плетенки не более, *Г/м*	Диаметр проволоки, *мм*	Минимальная плотность плетения, %
	минимальный	максимальный			
ПМЛ2×4	2	4	7,24	0,12	75
ПМЛ4×5	4	5	9,16	0,12	75
ПМЛ3×6	3	6	17,0	0,15	85
ПМЛ6×10	6	10	35	0,15	85
ПМЛ10×16	10	16	59	0,20	85
ПМЛ16×24	16	24	132	0,30	85
ПМЛ24×30	24	30	160	0,30	85
ПМЛ30×40	30	40	203	0,30	85
ПМЛ40×55	40	55	275	0,30	85

Плетенки экранирующие, заделанные в футорки 35М56 (рис. 87)

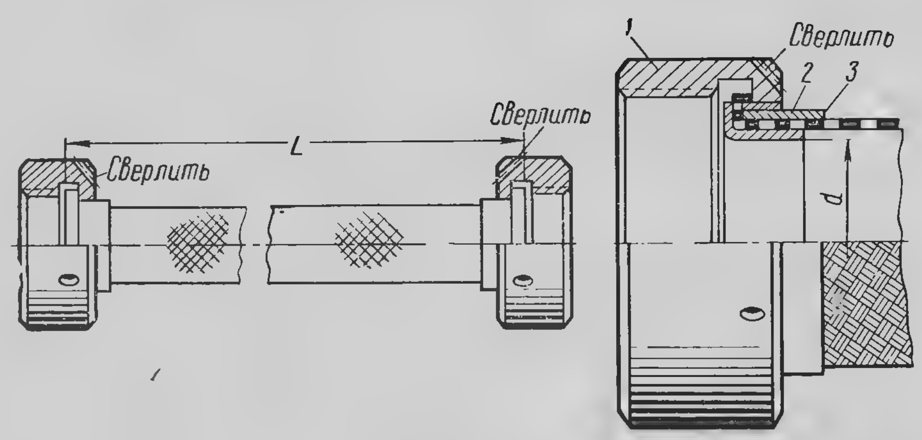


Рис. 87. Плетенка, экранирующая, заделанная в футорку 35М56 (к табл. 86):
1 — гайка 42М56; *2* — футорка 36М56; *3* — плетенка

Таблица 86

Продолжение табл. 86

Номер заделки конца плетенки	Условный диаметр проходного сечения, *мм*	Футорка		Гайка	Плетенка	Соединение гайки со штепсельным разъемом
		наружная	внутренняя			
1 2 3 4 5	4	36М56-3 36М56-4	36М56-1 36М56-2	42М56-1 42М56-2 42М56-3 42М56-6 42М56-8	ПМЛ2×4	— ШР-12 — — ШР-16
6 7 8 9	6	36М56-5 36М56-6	36М56-3 36М56-4	42М56-4 42М56-5 42М56-10 42М56-12	ПМЛ3×6	— — — —
10 11 12 13 14 15	8	36М56-8 36М56-9 36М56-10	36М56-5 36М56-6 36М56-7	42М56-7 42М56-9 42М56-14 42М56-16 42М56-22 42М56-24	ПМЛ6×10	— ШР-16 — — — —
16 17 18 19 20 21	10	36М56-11 36М56-12 36М56-13	36М56-8 36М56-9 36М56-10	42М56-11 42М56-13 42М56-18 42М56-20 42М56-26 42М56-28	ПМЛ10×16	— — ШР-20 — — —
22 23 24 25	12	36М56-14 36М56-15	36М56-11 36М56-12	42М56-15 42М56-17 42М56-23	ПМЛ10×16	— —
26 27 28 29	16	36М56-18 36М56-19	36М56-16 36М56-17	42М56-25 42М56-27 42М56-29 42М56-30 42М56-31	ПМЛ16×24	— — — ШР-28 ШР-32
30 31	20	36М56-21	36М56-20	42М56-32 42М56-33		— ШР-36
32 33 34	24 27	36М56-23 36М56-25	36М56-22 36М56-24	42М56-32 42М56-33 42М56-34	ПМЛ24×30	— ШР-36 ШР-10
35 36 37 38 39	30 35 40 45 50	36М56-27 36М56-29 36М56-31 36М56-33 36М56-35	36М56-26 36М56-28 36М56-30 36М56-32 36М56-34	42М56-35 42М56-36 42М56-38 42М56-39 42М56-40	ПМЛ30×40 ПМЛ40×55	ШР-48 — ШР-55 ШР-60 —

Размеры плетенок

Таблица 87

Размер плетенки, *мм*	Предельные диаметры экранируемых проводов, *мм*		Вес 1 *км* плетенки в состоянии плетения и поставки, *кГ*	Диаметр проволоки, *мм*	Плотность плетения, %
	наименьший	наибольший			
Плетенка ПМЛ-Э и ПМЛ-Т					
2×4	2	4	7,9	0,12	75
4×5	4	5	9,9	0,12	75
3×6	3	6	18,5	0,15	80
6×10	6	10	36,9	0,15	80
10×16	10	16	64,0	0,20	80
16×24	16	24	143,0	0,30	80
24×30	24	30	160,5	0,30	80
30×40	30	40	203,0	0,30	80
40×55	40	55	275,0	0,30	80
Плетенка ПМЛО-Э и ПМЛО-Т					
10×16	10	16	50,6	0,15	80
16×24	16	24	96,3	0,20	80
24×30	24	30	107,0	0,20	80
Плетенка ПАМГ-Э и ПАМГ-Т					
3×6	3	6	6,15	0,2	80
6×10	6	10	13,5	0,2	80
10×16	10	16	18,5	0,2	80
16×24	16	24	33,0	0,25	80
24×30	24	30	42,0	0,25	80
30×40	30	40	46,2	0,25	80
40×55	40	55	59,2	0,25	80

Наконечники 39М56 для заделки экранирующих рукавов (рис. 88)

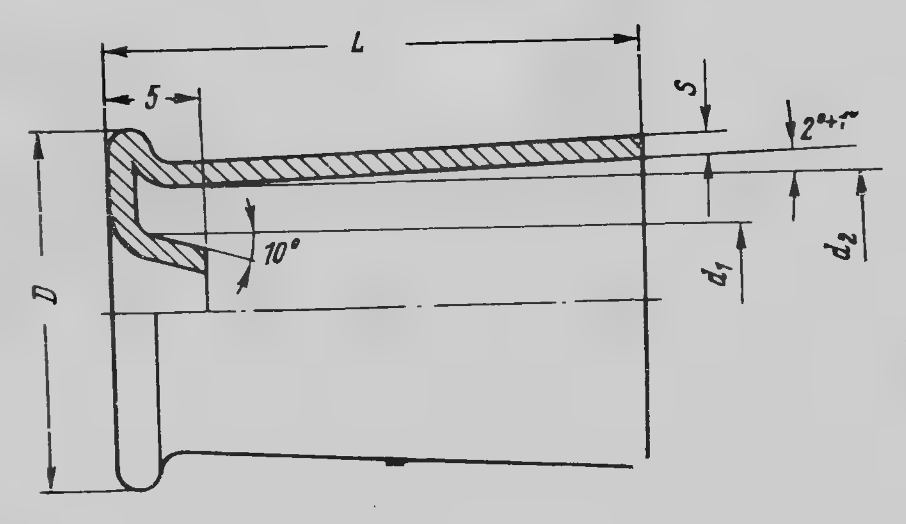


Рис. 88. Наконечники для заделки экранирующих рукавов 39М56 (к табл. 88)

Таблица 88

Номер наконечника	Размеры наконечника, *мм*						Вес наконечника, *Г*
	d	*D*	d_1	d_2	*L*	*S*	
1		12,5		9			1,31
2	4,7		4,2	10			1,38
3		14					1,48
4						0,8	1,57
5	6,3	16	5,8	10,8			1,64
6							1,78
7				11,8	15		1,90
8		18					2,67
9	9,3	20	8,8	13,8			2,83
10				15			2,99
11		22		13,8			3,02
12	12,5	25	12	16,8			3,72
13		28					4,07
14		25					4,45
15	14	28	13,5	18,5			4,80
16					18		5,20
17		31					5,51
18	16	34	15,5	20,5		1	6,14
19				25,8			6,83
20		31					6,58
21	19,7	34	19,2	24,5			7,01
22		40					7,98
23					20		9,32
24	26	50	25,5	32			11,30
25		54					12,21
26		46		40			11,70
27	33	50	32,5	38,5			12,70
28		54					13,35
29		58					14,34

Примечание. Материал: алюминиевый сплав АМцАМ (ГОСТ 4784—65). Пример обозначения наконечника при d=6,3, D=16 и d_2=11,8: 39М56-6 (см. рис. 88).

Наконечники 55М56 для заделки экранирующих рукавов (рис. 89)

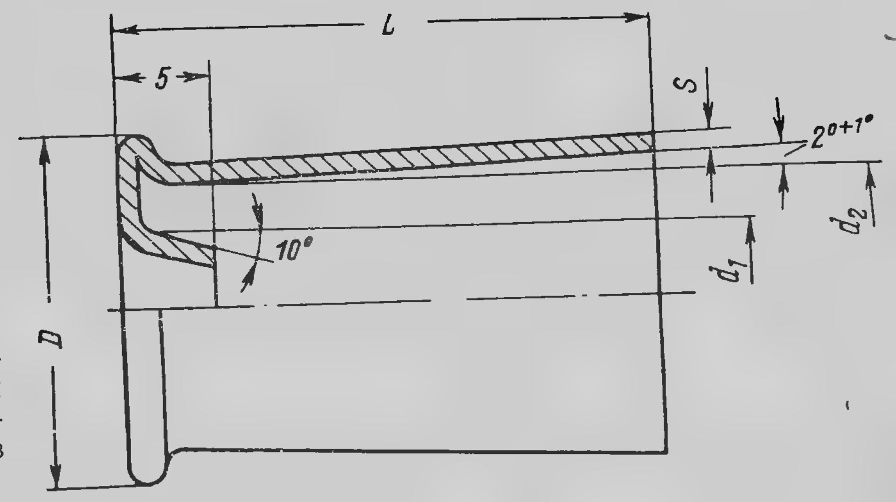


Рис. 89. Наконечники 55М56 для заделки экранирующих рукавов (к табл. 89)

Таблица 89

Порядковый номер наконечника	Размеры наконечника, *мм*						Вес наконечника, *Г*
	d	D	d_1	d_2	L	S	
1	8	16	7,3	12,2			5,87
2		18				0,8	7,06
3	10	22	9	14,5	15		8,13
4		25					11,24
5	12	28	11	16,5			12,24
6	16		14	20.5	18		15,55
7		31					16,74
8		34					18,04
9	18	31	17	23,5			18,64
10		34				1	20,79
11	22		20,8	29,2			23,83
12		40					26,80
13	25		23,8	32,7	20		28,64
14		50					34,70
15	27		25,8	34,2			35,48
16		54					38,2
17	29	50	28	35,6			36,23
18		54					39,01
19	34		32,7	41,5			42,16
20		58					46,13

Примечание. Материал: латунь Л62 (ГОСТ 1019—47).
Пример обозначения наконечника при d=10, D=18 и d_2=14,5 : 55М56-2.

Футорки 36М56 для заделки экранирующей плетенки (рис. 90)

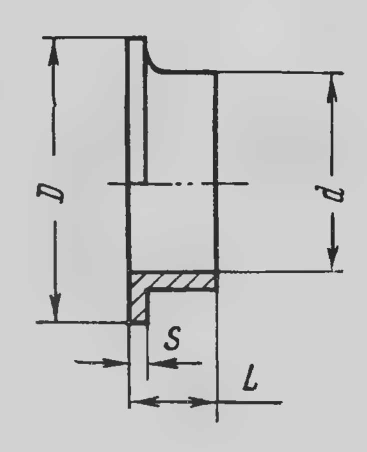


Рис. 90. Футорки 36М56 для заделки экранирующей плетенки (к табл. 90)

Таблица 90

Номер футорки	Размеры футорки, *мм*				Вес футорки, *Г*	Номер футорки	Размер футорки, *мм*				Вес футорки, *Г*
	d	D	L	S			d	D	L	S	
1	4	8	5		0,43	18	18,8	25	6	0,5	2,36
2		12			0,70	19					2,89
3	6	10			0,69	20	20	28			2,61
4		14			1,01	21	22,8	31			6,05
5		12			0,89	22	24	29			5,76
6	8	16			1,26	23	27,4	31	8		5,51
7		20			1,74	24		32			5,84
8		14			1,09	25	30,8	34			5,10
9	10	18			1,52	26		38			7,64
10		22	6	0,5	2,05	27	34,2	40		0,8	7,92
11		16			1,29	28	35				7,53
12	12,3	20			1,77	29	38,4	43			9,77
13		24			2,35	30	40	48			11,77
14	14,7	18			1,49	31	43,5	50	10		12,05
15		22			2,02	32	45	52			12,65
16	16	23			2,15	33	48,5	54			12,83
17		26			2,61	34	50	56			13,39
						35	53,5	58			13,52

Примечания. 1. Материал: латунь Л62 (ГОСТ 1019—47).
2. Покрытие: лужение по инструкции ВИАМ 373—62, толщина слоя 9—13 *мк*.
Пример обозначения футорки при d=6 и D=14 : 36М56-4 (рис. 90).

Гайки накидные 42М56 для экранирующих рукавов и плетенок, заделанных в наконечники (рис. 91)

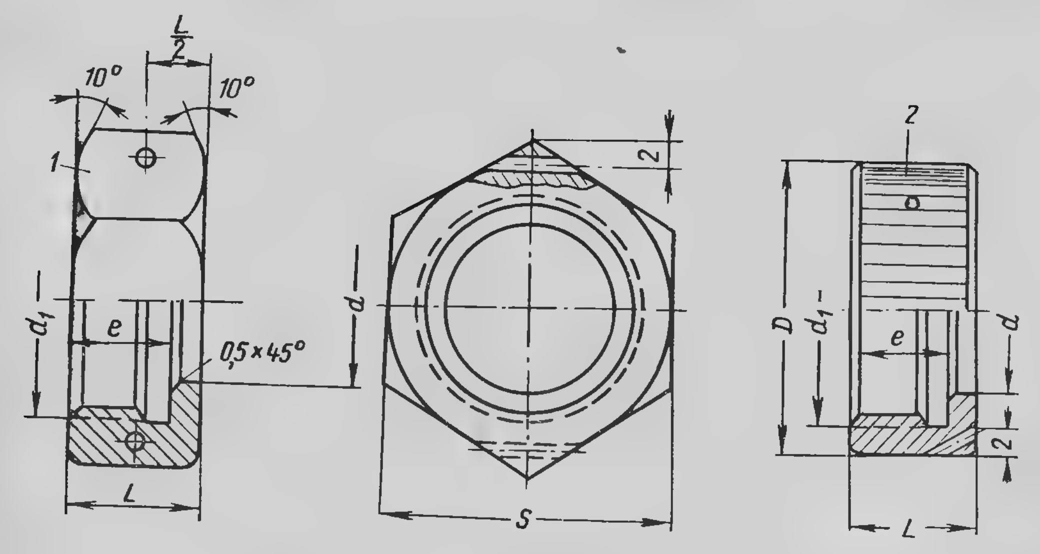


Рис. 91. Гайки накидные 42М56 для экранирующих рукавов и плетенки, заделанных в наконечники (к табл. 91):
1 — гайка М20; *2* — гайка М22

Таблица 91

Номер гайки	d_1	Размеры гайки, *мм* D	S	L	l	d	Вес гайки, *Г*
1	М12×1						2,06
2	М12×1,25		14			7	2,70
3	М12×1,5			10	8,5		2,09
4	М14×1		17			10	3,21
5	М14×1,5						3,26
6	М16×1					7	4,95
7						11	4,63
8	М16×1,5		19			7	5,00
9						11	4,70
10	М18×1	24				9	6,93
11				12	10	13	6,54
12	М18×1,5		22			9	7,02
13						13	6,63
14	М20×1					11	7,80
15						15	7,34
16	М20×1,5		24			11	7,86
17						15	7,39
18	М22×1	26	—			11	6,86
19						15	6,47
20	М22×1,5					13	6,95
21						16	6,24
22	М24×1					11	7.91
23		28				15	7,36
24	М24×1,5					11	8,01
25						15	7,56
26	М27×1					13	12,15
27		32		14	12	19	11,32
28	М27×1,5					13	12,35
29						19	11,50
30	М30×1	34				22	10,42
31	М30×1,5						10,65
32	М33×1	38				29	12,90
33	М33×1,5						13,16
34	М36×1,5	40	—	14	12	32	11,63
35	М42×1,5	46				35	14,55
36	М45×1,5	50				40	17,90
37	М48×1,5	53				42	19,59
38	М52×1,5	58				45	24,56
39	М56×1,5	62				50	23,37
40	М60×1,5	65				55	23,55

Примечания. 1. Материал: алюминиевый сплав Д16Т.
2. Покрытие: анодное оксидирование по инструкции ВИАМ 265—64.
3. Пример обозначения гайки М16×1,5, d=11 : 42М56-9 (рис. 91).

Технические требования на заделку экранирующих рукавов в наконечники и плетенок в футорки

Поверхности деталей заделки рукавов не должны иметь царапин, трещин, вмятин и заусенцев.

Рукава и плетенки, смонтированные с наконечниками и футорками, по конструкции и размерам должны соответствовать нормалям, указанным в табл. 80.

Материал деталей по химическому составу и механическим свойствам должен соответствовать ГОСТам, указанным в нормалях.

Заделанная плетенка по нормали 35М56 должна быть облужена и пропаяна с футорками.

Рукава, заделанные в наконечники по нормалям 38М56, 40М56 и 54М56, должны выдерживать следующие нагрузки:

Условный диаметр проходного сечения, *мм* .	1—7	8—9	10—17	18—30	Свыше 30
Нагрузка вдоль оси рукава, *кГ*	10	15	20	25	35

Примечание. На металлическую плетенку, заделанную в футорки по нормали 35М56, приведенные данные не распространяются.

Шланги гибкие в оболочке из полихлорвинилового пластиката (ТУК 225—52) предназначены для защиты проводов от механических повреждений и попадания жидкости (масла, гидросмеси, горючего и др.), обозначаются ШВГ (см. табл. 84).

Оболочка из полихлорвинилового пластиката должна быть гладкой, без трещин и наплывов, влияющих на пределы наружных допусков.

Плетенка экранирующая (СТУ 36-05-057—61), см. табл. 85, предназначена для экранирования отдельных проводников или жгутов, подключаемых к агрегатам постоянного и переменного токов, и может быть применена для защиты от механических повреждений проводов, гибких металлических рукавов, шнуров и т. д.

Плетенка изготовляется из медной проволоки ММ (ГОСТ 2112—62), защищенной от коррозии оловянистосвинцовистым припоем ПОС-40. ПМЛ — плетение из медной луженой проволоки.

Обозначения плетенок холостых проволочных экранирующих в экспортном обычном и тропическом исполнении

ПМЛ-Э — плетенки из медной луженой проволоки в обычном экспортном исполнении;

ПМЛ-Т — плетенки из медной луженой проволоки в тропическом исполнении;

ПМЛО-Э — плетенки облегченные из медной луженой проволоки в обычном экспортном исполнении;

ПМЛО-Т — плетенки облегченные из медной луженой проволоки в тропическом исполнении;

ПАМГ-Э — плетенки из проволоки сплава АМГ-5 в обычном экспортном исполнении;

ПАМГ-Т — плетенки из проволоки сплава АМГ-5 в тропическом исполнении.

Плетенки ПМЛ и ПМЛО изготавливаются из медной проволоки ММ (ГОСТ 2112—62), защищенной от коррозии горячим припоем ПОС-40 (ГОСТ 9791—61).

Плетенки ПМЛ-Т и ПМЛО-Т изготавливаются из медной проволоки ММ (ГОСТ 2112—62), защищенной от коррозии горячим оловом (ГОСТ 9791—61).

Плетенки типа ПАМГ изготавливаются из проволоки сплава АМГ-5 (ВН 157—63).

ЗАГОТОВКА И ЗАДЕЛКА ПРОВОДОВ

Заготовка проводов, их заделка, а также разделка жгутов электросети летательных аппаратов производятся по полумонтажным схемам и таблицам (со спецификациями). При массовом производстве применяются эталоны или плазы. Провода больших сечений заготовляются только по таблицам. Подключение, маркировку, заделку проводов и прокладку жгутов производят по соответствующим нормалям. Номера агрегатов на бирках проводов указываются по полумонтажным схемам.

При укладке нескольких жгутов переплетение и «навивание» проводов на конструкции самолета или вертолета недопустимо. Если при компоновке диаметр жгута составляет более 80 *мм*, его необходимо разделять на несколько жгутов, диаметр каждого из которых не должен превышать 80 *мм* (за исключением жгу-

тов, особо оговоренных в чертеже и на электросхеме). При прокладке электрожгутов через отверстия и вблизи острых кромок конструкции объекта необходимо обеспечить их защиту от повреждений.

Зазор между электрожгутом и трубопроводами в системах, а также между перемещающимися деталями систем и другими подвижными деталями объекта должен быть не менее 20 *мм*.

Заделка медных проводов в наконечники производится пайкой или обжатием, алюминиевых проводов — абразивной пайкой или обжатием. Защита электрожгутов, крепление перемычек металлизации и их окраска производятся также по соответствующим нормалям.

Маркировка проводов и электрожгутов

Все электропровода и жгуты, проложенные на самолетах и вертолетах, имеют маркировку — буквенно-цифровое обозначение (рис. 92).

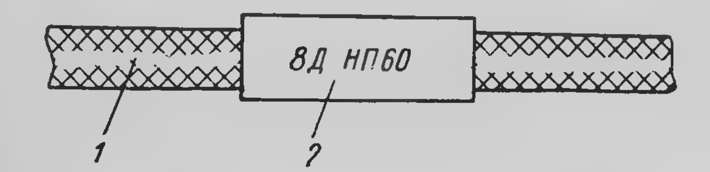


Рис. 92. Маркировка электропроводов:

1 — провод; *2* — маркировочная полихлорвиниловая трубка

Маркировка наносится на бирки из хлорвиниловых трубок, надетых на концы проводов (жгутов) у мест их присоединения к агрегатам и разъемным устройствам электросети. Бирки должны надежно держаться на установочных местах. При необходимости для обеспечения этого условия разрешается применять нитяные бандажи.

Надписи делаются черной краской КЦ-52 на бирках (разрешается также применять для надписей специальную черную тушь). На трубках, диаметр которых не превышает 20 *мм*, надписи делаются только на одной стороне; на трубках, диаметр которых превышает 20 *мм*, — с двух противоположных сторон.

Хлорвиниловые трубки, которые одновременно служат изоляцией проводов, изготовляются из материала по МРТУ 6-05-919—63.

В табл. 92 приведена зависимость размеров применяемых хлорвиниловых трубок от сечения проводов, а в табл. 93 — зависимость размеров применяемых хлорвиниловых трубок от диаметра электрожгутов.

Таблица 92

Размеры хлорвиниловых трубок для проводов бортовой сети

Сечение провода, $мм^2$	Диаметр трубки, *мм*		Длина, *мм*	Сечение провода, $мм^2$	Диаметр трубки, *мм*		Длина, *мм*
	наружный	внутренний			наружный	внутренний	
0,35—1,0	4,3	3,5	30	25,0	13,5	12,0	70
1,25	5,0	4,0	30	35,0	13,5	12,0	70
1,5—1,93	5,7	4,5	30	41,0—50,0	15,5	14,0	100
2,5—3,0	6,0	5,0	30	70,0	18,0	16,0	100
4,0—5,15	7,0	6,0	30	95,0	20,0	18,0	100
6,0—8,8	8,0	7,0	30	50×2*	27,5	25,0	100
10,0—16	10,0	9,0	30	70×2*	32,6	30,0	100
21,0	11,5	10,0	70	95×2*	39,0	33,0	100

* Два провода в общей трубке.

Таблица 93

Размеры хлорвиниловых трубок для электрожгутов

Диаметр электрожгута, *мм*	Диаметр трубки, *мм*		Длина, *мм*	Диаметр электрожгута, *мм*	Диаметр трубки, *мм*		Длина, *мм*
	наружный	внутренний			наружный	внутренний	
3,0—3,99	6,0	5,0	80	10,0—11,99	15,5	14,0	100
4,0—4,99	7,0	6,0	80	12,0—13,99	16,0	13,0	100
5,0—5,99	8,0	7,0	80	14,0—15,99	22,0	20,0	100
6,0—6,99	10,0	9,0	80	16,0—19,99	27,5	25,0	100
7,0—8,99	11,5	10,0	80	20,0—24,99	32,6	30,0	100
9,0—9,99	13,5	12,0	80	25,0—30,0	39,0	36,0	100

Примечание. Толщина стенки хлорвиниловых трубок с внутренним диаметром до 3,5 *мм* должна быть 0,3—0,5 *мм*; для трубок с внутренним диаметром 4 *мм* — 0,5—0,7 *мм*.

Первая цифра (рис. 92) обозначает номер клеммы разъема или колодки, к которой присоединяется провод с помощью болтов, гаек, или припаивается.

Следующая за цифрой буква обозначает принадлежность провода к определенной группе агрегатов (Д обозначает агрегаты двигателя).

Последующие две буквы обозначают определенный агрегат в своей группе.

Последние цифры — порядковый номер провода в данном фидере.

Примечание. Разрешается на бирки проводов наносить номер агрегата по схеме.

Электропровода в зависимости от назначения имеют следующие цвета: для радиооборудования — голубой, для всех остальных систем — белый.

На некоторых объектах принято применять провода красного цвета для навигационного оборудования.

Подготовка проводов и жгутов для заделки в наконечники

Заделка проводов состоит из подготовки провода с последующим припаиванием или обжатием.

Для подключения проводов к контактным болтам разъемных устройств, агрегатов и приборов электрооборудования провода заделываются в наконечники. Для подключения к реостатам, штепсельным розеткам и некоторым другим коммутационным устройствам провода скручиваются в кольца и облуживаются или только облуживаются (прямые концы для обжатия контактным винтом).

Зачистка концов проводов от изоляции при монтаже производится электротермическим ножом. Снятие изоляции со специальных проводов (ПТЛ, МЦСЛ) производится механической зачисткой.

Лужение и пайка зачищенных концов проводов производятся оловом О2 и О3 (ГОСТ 860—60). Применение других припоев (за исключением случаев, оговоренных в чертежах), а также пайка с применением кислоты для медных проводов и медных наконечников не допускаются. Изоляция провода, заделанного в наконечник, должна подходить плотно к шейке наконечника, а в наконечники 6094С входить. Подрубание наконечников обжимкой не допускается. На шейку наконечника после заделки в него провода надевается хлорвиниловая трубка-бирка.

Алюминиевые провода в медные наконечники заделываются как способом обжатия, так и без обжатия методом абразивной пайки. При этом используется припой, содержащий 50% олова О1 и О2 и 50% цинка ЦЗ или Ц0 (приготовляется в фарфоровой посуде).

Для облуживания алюминиевых проводов применяются ванночки из стали марки Я1Т. Большое значение для качества лужения имеет величина зазора между проводом и ванночкой (разница диаметров между внутренней стенкой ванночки и проводом).

Основой абразивного способа пайки являются бесфлюсовое удаление абразивов окисной пленки с поверхности алюминия и его сплавов, одновременное лужение освобожденной от окислов поверхности и последующая пайка изделий. В качестве абразива используются кристаллы не полностью расплавившегося припоя. Процесс абразивного удаления окисной пленки осуществляется в результате трения при вращении ванночки относительно провода.

Рекомендуются следующие величины зазора в зависимости от сечения провода:

Сечение провода, *мм*² . .	35	50	70	95
Зазор между проводом и внутренней стенкой ванночки, *мм*	0,3—0,4	0,4—0,5	0,5—0,6	0,6—0,8

Для заделки алюминиевых проводов применяются только медные наконечники, луженные горячим способом и не имеющие контрольных отверстий (применение медных наконечников, луженых гальваническим способом, не допускается).

Для предупреждения расплавления и подгорания изоляции при облуживании провода его обматывают 3—4 слоями асбестовой ленты на длине 60—80 *мм*. Провод облуживается на глубину цилиндрической части наконечника 2 *мм*. После припайки наконечника к проводу оголенный участок провода между наконечником и изоляцией провода герметизируется уплотнительной лентой НИИРП 420А). Определенный процент (в зависимости от ТУ на конкретный объект) заделанных в наконечники алюминиевых проводов подвергается проверке на величину переходного сопротивления (в месте пайки). Величина переходного сопротивления не должна превышать следующих данных:

Сечение провода, *мм*² . .	35	50	70	95
Переходное сопротивление (в месте пайки), *мком*	до 20	до 15	до 12	до 10

Маркировка алюминиевых проводов на большинстве объектов отличается от маркировки медных проводов нанесением на один конец хлорвиниловой трубки-бирки отличительного красного пояска шириной 5 *мм*. На зачищенном конце провода, облуженном или запаянном у контакта изделия, не должно быть потеков припоя или канифоли и неопаянных или торчащих жил. При заделке наконечников способом «холодной пайки», жила провода не облуживается.

При монтаже жгутов, выполненных проводами сечением до 5,15 *мм*², предусматривается 5-кратный запас проводов по длине, равный 70—100 *мм* с каждого конца. Этот запас необходим для проведения ремонта электрожгутов (смена наконечников, перепайка проводов и др.). Этот запас по длине проводов жгута при заделке в штепсельные разъемы оставляется непосредственно у каждого штепсельного разъема в виде петли, препятствующей стеканию конденсата со всего жгута и конструкции объекта к месту заделки проводов в штепсельный разъем.

Если нет места для размещения полного запаса проводов равномерно по электрожгуту, разрешается делать на нем небольшую петлю, а остальной запас проводов распределять равномерно по трассе прокладки электрожгута на расстоянии 3-х, 4-х крепежных хомутов, начиная от разъема. Если нет места для размещения запаса проводов электрожгута и провода, сразу отходят от разъемов — в жгутах диаметром от 40 *мм* и более разрешается запас проводов сократить до 15 *мм*.

При выполнении монтажа внутри коробок ЦРУ, ЦРЩ, пультов и электрощитков предусматривается запас длины проводов на 2-кратную перепайку наконечников (или колец из жил проводов).

Наконечники широкие 5832А (рис. 93)

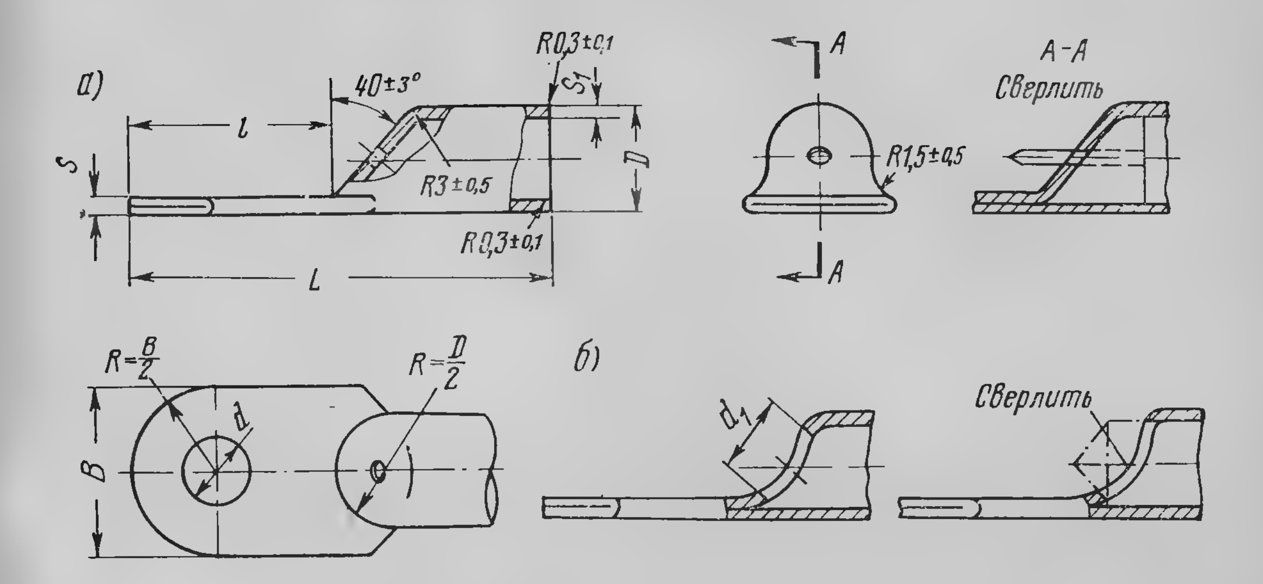


Рис. 93. (к табл. 94). Наконечники широкие: *а* — исполнение I; *б* — исполнение II

Таблица 94

Номер наконечника	Сечение провода, *мм*²	Размеры наконечника, *мм*								Вес, наконечника, *Г*
		d	d_1	D	$B\pm0,3$	$L\pm0,5$	$l\pm0,5$	$S^{+0,1}_{-0,3}$	S_1	
1		4,2								2,8
2	8,8	5,3	4,6	6	10,0	32	14	1,3		2,7
3		6,5			11,5			1,1		2,6
4		8,5			13,0			1,0		2,5
5		4,2							0,8	4,6
6	10,0	5,3	4,5	7	10,0			1,5		4,4
7		6,5				33				4,2
8		8,5						1,3		4,0
9		5,3			12,0		15			7,8
10		6,5				40		1,8		7,7
11	13,0	8,5	5,0						1,0	9,0
12		10,5		8	16,5	46	21	1,3		8,8
13		12,5			18,0	49	24	1,2		9,4
14		5,3			12,0	40	15	1,5		6,2
15		6,5								6,0
16	16,0	8,5	5,5		16,5	46	21	1,1	0,8	7,1
17		10,5								6,8
18		12,5			18,0	49	24	1,0		7,5

Номер наконечника	Сечение провода, мм²	Размеры наконечника, мм								Вес наконечника, Г
		d	d_1	D	$B\pm0,3$	$L\pm0,5$	$l\pm0,5$	$S^{+0,1}_{-0,3}$	S_1	
19		5,3							0,8	7,2
20		6,5			13,5	40	15	1,5		6,8
21	21,0	8,5	6,5	9						8,1
22		10,5			17,0	46	21	1,2		7,6
23		12,5			18,5	49	24	1,1		8,6
24		5,3								10,8
25		6,5			15,5	46	20	1,8		10,2
26	25,0	8,5	7,0	10	16,5	47	21	1,7	1,0	11,2
27		10,5								10,6
28		12,5			18,5	50	24	1,5		12,0
29		6,5								17,2
30	35,0	8,5	8,5	12	18,0	51	22	2,2	1,2	16,7
31		10,5				53	24			18,5
32		12,5								17,8
33		6,5				55	25			25,2
34	41,0	8,5	9,0	13	19,0	57	27	2,8	1,5	24,0
35		10,5								26,2
36		12,5								24,9
37		8,5				60	28			28,3
38	50,0	10,0	10,0	14	22,5			2,6		27,7
39		12,5				62				29,7
40		14,5					30		1,5	28,5
						63				
41		6,5								35,7
42		8,5			24,5			2,8		34,9
43	70,0	10,5	12,0	16			32			34,0
44		12,5								36,3
45		14,5				65				35,3
46		6,5				66				43,0
47		8,5								42,0
48	95,0	10,5	14,0	19	27,5					41,2
49		12,5						3,8	2,0	43,6
50		14,5				68	34			42,6

Примечания. 1. Материал: трубка медная МЗМ (ГОСТ 617—64).
2. Покрытие: олово или серебро.
3. Допускаемые отклонения размеров d и d_1 (для исполнения II) учитывать по нормали А7.
4. Заделка: пайка.
Пример обозначения наконечника № 43 (исполнение I): луженого — 5832—43—I; серебряного — 5832—43—I—ср.

Наконечники широкие 5833А (рис. 94)

Рис. 94. (к табл. 95). Наконечники широкие:
а — исполнение I; *б* — исполнение II

Таблица 95

Номер наконечника	Сечение провода, мм²	Размеры наконечника, мм										Вес наконечника, Г
		d	d_1	D	$B\pm0,3$	$l\pm0,5$	$L_1\pm0,5$	$L_2\pm0,5$	$L_3\pm0,5$	$S^{+0,1}_{-0,3}$	S_1	
1		4,2										3,5
2		5,3			10,0				22,5	1,3		3,4
3	8,8	6,5	4,0	6	11,5	14	32,0	28,5	22,0	1,1		3,3
4		8,5			13,0	16	34,0	29,5		1,0		3,6
5		4,2									0,8	5,8
6		5,3			10,0					1,5		5,6
7	10,0					14	32,5	29,0	22,5			
8		6,5	4,5	7	12,0					1,3		5,4
		8,5				16	34,0	30,0				5,2

Номер наконечника	Сечение провода, $мм^2$	Размеры наконечника, *мм*										Вес наконечника, *Г*
		d	d_1	D	$B\pm0{,}3$	$l\pm0{,}5$	$L_1\pm0{,}5$	$L_2\pm0{,}5$	$L_3\pm0{,}5$	$S^{+0,1}_{-0,3}$	S_1	
9		5,3			12,0	14	39,5	36,0	30,0	1,8		9,4
10		6,5										9,3
11	13,0	8,5	5,0		16,5	18	43,0	38,0	29,0	1,3	1,0	10,5
12		10,5				22	46,0	40,0				11,0
13		12,5		8	18,0					1,2		10,7
14		5,3			12,0	14	39,5	36,0	29,5	1,5		7,5
15		6,5										7,3
16	16,0	8,5	5,5			18	43,0	37,5	29,0	1,1		8,3
17		10,5			16,5	22	46,0	39,5				9,3
18		12,5			18,0					1,0		8,8
19		5,3			13,5	14	39,5	35,0	29,5	1,5	0,8	8,6
20		6,5										8,2
21	21,0	8,5	6,5	9	17,0	18	43,0	37,5	29,0	1,2		9,5
22		10,5				22	46,0	39,5		1,1		10,2
23		12,5			18,5							9,7
24		5,3			15,5	16	42,5	38,0	31,0	1,8		12,6
25		6,5										12,0
26	25,0	8.5	7,0	10		18	44,0	39,0				13,1
27		10,5			16,5				30,5	1,7	1,0	14,7
28		12,5			18,5	23	48,5	41.5		1,5		14,0
29		6,5				19	48,0	43,0				19,9
30	35,0	8,5	8,5	12	18,0				34,0	2,2	1,2	19,4
31		10,5				23	51,5	45,0				21,3
32		12,5										20,6
33		6,5				20	50,0	45,0				28,8
34		8,5										27,6
35	41,0	10,5	9,0	13	19,0				36,0	2,8		29,9
36		12,5					54,0	47,0				28,6
37		8,5				24	55,5	49,0				32,1
38	50,0	10,5	10,0	14	22,5	26	57,5	50,0	37,5	2,6	1,5	33,6
39		12,5										31,5
40		14,5				28	59,0					32,4
41		6,5						51,0				40,2
42		8,5				26	58,5					39,4
43	70,0	10,5	12,0	16	24,5	28	60,0	52,0	39,0	2,8		40,8
44		12,5				30	62,0	53,0				39,5
45		14,5										41,0
46		6,5				28		54,0				48,2
47	95,0	8,5			27,5	30	61,5	55,0	41,0	3,8	2,0	47,2
48		10,5	14,0	19			63,5					49,6
49		12,5				32		56,0				48,6
50		14,5					65,0					50,4

Примечание. См. примечание к табл. 94.

Наконечники узкие 5834А (рис. 95)

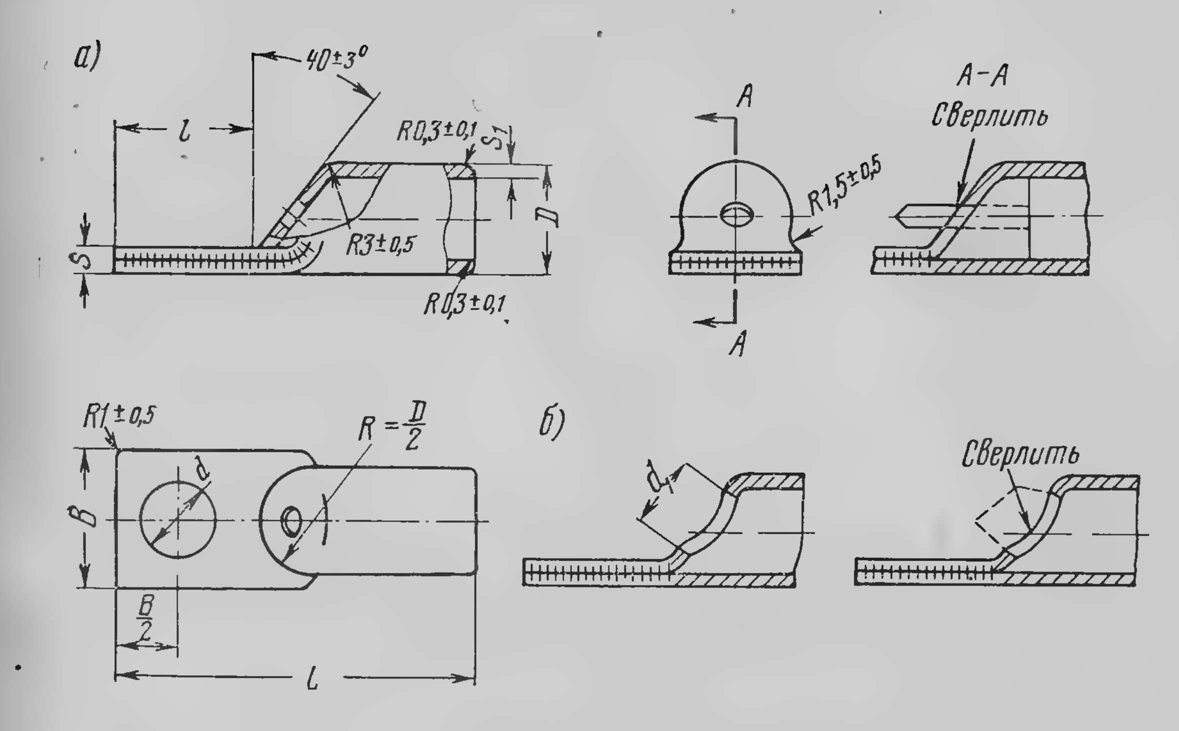


Рис. 95. (к табл. 96). Наконечники узкие: *а* — исполнение I; *б* — исполнение II

Таблица 96

Номер наконечника	Сечение провода, $мм^2$	Размеры наконечника, *мм*								Вес наконечника, *Г*
		d	d_1	D	$B\pm0{,}3$	$L\pm0{,}5$	$l\pm0{,}5$	$S^{+0,1}_{-0,2}$	S_1	
1	13	5,3								6,4
2		6,5	5,0	8				1,8	1,0	6,2
3		5,3								5,8
4	16	6,5			10,0					5,2
5	21	5,3	6,5	10		38	12	2,2	1,2	5,9
6		6,5								5,7
7	25	5,3								8,1
8		6,5	7,0	11	11,0			2,8	1,5	7,9
9	35									13,2
10		8,5			12,0			3,2		12,7
11	41	6,5	9,0			45	16			17,4
12		8,5		14	13,0			3,5	2,0	16,8
13	50		10,0		17,5			2,8	1,5	22,6
14		10,5								21,9
15		6,5								26,7
16	70	8,5	12,0	17	18,5	53	20	3,8	2,0	26,1
17		10,5								25,4
18		12,5								24,6
19		6,5								33,5
20	95	8,5	14,0	20	20,0	58	24	4,8	2,5	32,9
21		10,5								32,2
22		12,5								31,4

См. примечание к табл. 94.

Наконечники боковые 5835А (рис. 96)

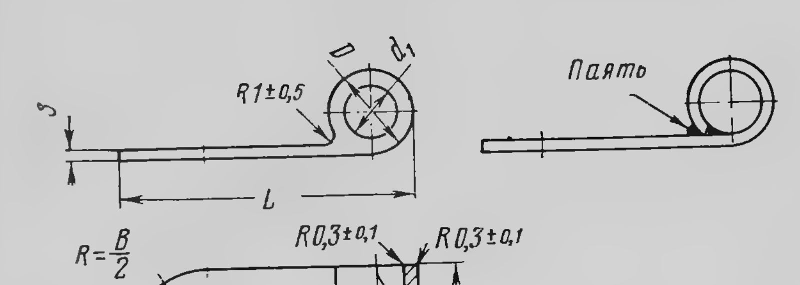


Рис. 96. (к табл. 97). Наконечники боковые

Таблица 97

Номер наконечника	Сечение провода, мм²	Размеры наконечника, мм							Вес наконечника, Г
		d	d_1	D±0,2	S±0,1	L±0,5	l±0,5	B±0,5	
1		4,2							3,32
2	8,8	5,3	4,4	6,0		25,0			3,25
3		6,5							3,15
4		8,5			0,8			14,0	3,10
5		4,2	5,4	7,0		25,5	15,0		3,44
6		5,3							3,31
7	10,0	6,5							3,21
8		8,5							3,68
9		4,2							4,77
10		5,3	6,0	8,0	1,0	27,0		16,0	4,64
11	13,0	6,5							4,40
12		8,5							3,97
13		4,2							4,90
14		5,3							4,72
15	16,0	6,5	6,4	8,0	1,0	27,0		16,0	4,53
16		8,5							4,10
17		10,5							3,63
18		5,3	7,4	9,0		33,5			9,30
19	21,0	6,5							8,50
20		8,5							7,85
21		10,5							7,15
22		5,3			1,5				9,75
23	25,0	6,5	8,0	10,0		34,0		18,0	9,05
24		8,5							8,40
25		10,5							7,65
26		6,5					20,0		13,70
27	35,0	8,5	9,6	12,0		36,0			12,75
28		10,5						20,0	11,70
29		6,5			2,0				14,35
30	41,0	8,5	10,0	13,0		35,5			13,35
31		10,5							12,30
32		8,5							22,50
33	50,0	10,5	11,0	14,0	2,5	43,0			21,85
34		12,5							19,50
35		8,5							26,00
36	70,0	10,5	13,0	16,0	3,2	44,0	25,0	22,0	24,50
37		12,5							22,70
38		8,5							32,45
39		10,5							30,50
40	95,0	12,5	15,0	18,0	4,3	45,0			28,50
41		14,5							26,00

Наконечники 5836А с обжатием изоляции проводов (рис. 97)

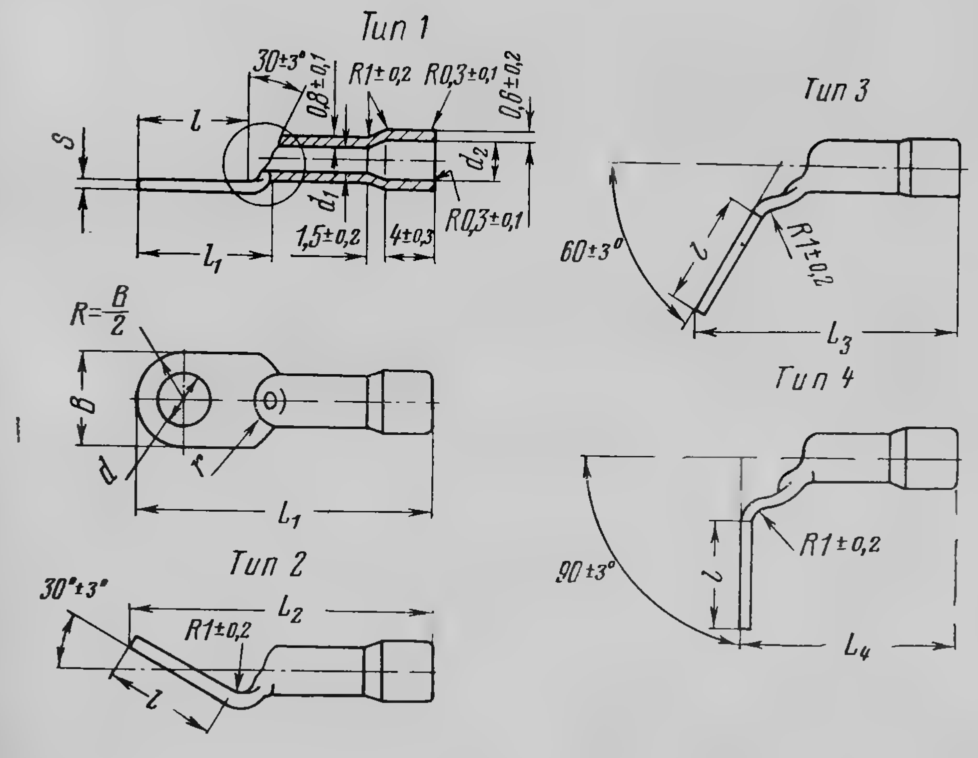


Рис. 97. (к табл. 98). Наконечники 5836А с обжатием изоляции проводов

Таблица 98

Номер наконечника	Сечение провода, $мм^2$	Размеры наконечника, *мм*: d	d_1	d_2	$B\pm0{,}2$	$S\pm0{,}1$	$l\pm0{,}5$	$l_1\pm0{,}5$	$L_1\pm0{,}5$	$L_2\pm0{,}5$	$L_3\pm0{,}5$	$L_4\pm0{,}5$	$r\pm0{,}2$	Вес наконечника, *Г*
1	0,35	3,2			8,0	0,55	11	13,5	27,0	26,5	23,0	17,8		1,07
2	0,50	4,2	1,0	2,6									1,6	1,02
3		5,3			9,0	0,70	13	15,5	29,0	28,5	24,0	17,5		1,29
4		3,2			8,0	0,65	11	13,5	27,0	26,5	23,0	17,8		1,18
5	0,75	4,2	1,3	3,0									1,8	1,16
6	0,88	5,3			10,5	0,50	13	15,5	29,0	28,5	24,0	17,5		1,39
7		6,5												1,34
8		3,2	1,6	3,3	8,0	0,75	11	13,5	27,0	26,5	23,0	17,8	1,9	1,28
9	1,00	4,2												1,29
10	1,25	5,3			11,0	0,55	13	15,5	29,0	28,5	24,0	17,6		1,49
11		6,5												1,43
12		3,2			8,0	0,85	11	13,5	27,0	26,5		17,8		1,35
13	1,50	4,2	2,0	3,8										1,32
14	1,93	5,3			11,0	0,65	13	15,5		28,5	23,0	17,7	2,1	1,62
15		6,5							29,0					1,58
16	2,50	3,2	2,5	4,4	8,0	1,00	11	13,5		29,0		20,0	2,4	1,95
17	3,00	4,2												1,92
18	2,50	5,3	2,5	4,4	11,0	0,75	14	17,0	32,5	31,5	27,0		2,4	2,27
19	3,00	6,5										20,3		2,21
20		3,2			8,0	1,25	11	13,5	29,0	29,0	26,5			2,16
21		4,2												2,08
22	4,00	5,3	3,2	5,0	11,0	0,90	14	17,0	32,5	31,5	27,0	19,9	2,7	2,48
23		6,5												2,42
24		8,5			13,0	0,75	18	21,0	36,5	35,0	29,0	20,3		2,78
25		3,2			8,0	1,35	11	13,5	29,0	29,0	25,0	20,4		2,36
26		4,2												2,20
27	5,15	5,3	3,6	5,4	11,0	1,00	14	17,0	32,5	31,5	27,0	20,5	2,9	2,66
28		6,5												2,60
29		8,5			13,0	0,85	18	21,0	36,5	35,0	29,0	20,4		2,95
30	6,00	4,2	3,9	5,7	8,0	1,45	11	13,5	31,0	31,0	27,0	22,5		2,60
31		5,3			11,0	1,05	14	17,0	34,5	33,0	28,5	22,6	3,1	2,98
32		6,5												2,91
33		8,5			13,0	0,90	18	21,0	38,5	37,0	31,0	22,4		3,26
34	8,80	5,3	4,8	6,5	11,0	1,25	14	17,5	35,0	34,0	29,5	23,3	3,5	3,61
35		6,5			11,0	1,25	14	17,5	35,0	34,0	29,5	23,3		3,49
36	8,80	8,5	4,8	6,5	13,0	1,05	18	21,5	39,0	38,0	31,5	23,0	3,5	4,12
37		10,5			15,0	0,95	21	24,5	42,0	40,5	33,0	22,9		4,57
38		5,3			11,0	1,30	14	17,5	35,0	34,0	29,5	23,3		3,76
39		6,5												3,63
40	10,00	8,5	5,0	7,4	13,0	1,10	18	21,5	39,0	38,0	31,5	23,1	3,6	4,12
41		10,5			15,0	0,95	21	24,5	42,0	40,5	29,5	23,0		4,54
42		12,5			17,0	0,85	23	26,5	44,0	42,0	30,5	22,9		5,05

Примечания. 1. Материал: лист медный МЗМ (ГОСТ 495—50).
2. Покрытие: олово или серебро.
3. Допускаемое отклонение размера d учитывать по нормали А7, размеров d_1, d_2 — по нормали А5.
4. Заделка: пайка.

Наконечники облегченные 5837А с обжатием изоляции проводов (рис. 98)

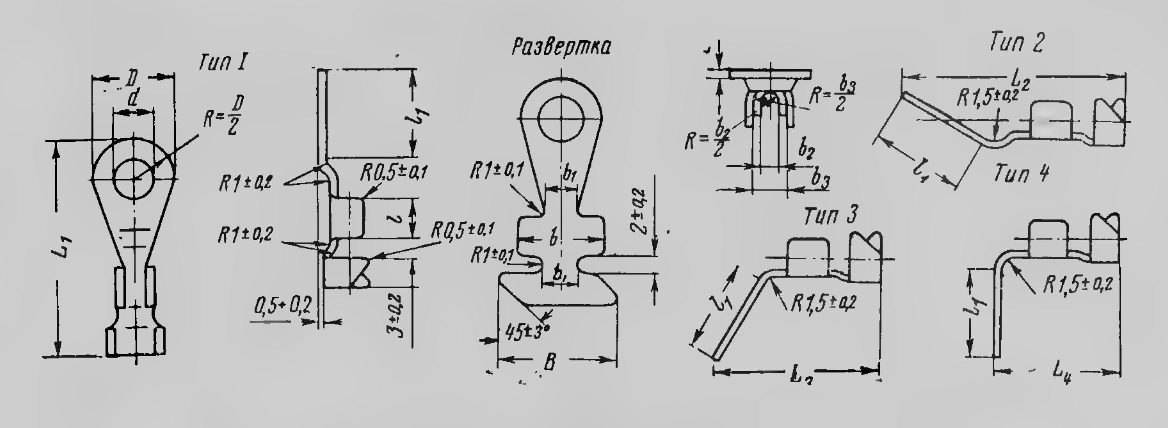


Рис. 98 (к табл. 99). Наконечники облегченные с обжатием изоляции проводов

Таблица 99

Номер наконечника	Сечение провода, $мм^2$	Размеры наконечника, *мм*														Вес наконечника, Г
		d	D	$b\pm0,2$	$b_1\pm0,2$	b_2	b_3	$B\pm0,2$	$l\pm0,2$	$l_1\pm0,2$	$L_1\pm0,3$	$L_2\pm0,3$	$L_3\pm0,3$	$L_4\pm0,3$	S	
1		2,2	5							6	19,0	19,0	15,7			0,29
2	0,35	3,2	6							7	20,0	19,7	16,2			0,32
3	0,50	4,2	8	4,0	2,5	1,0	2,6			9	22,0	21,5	17,3			0,38
4		5,3	10							11	24,0	23,2	18,2			0,49
5		6,5	12					8,5		13	26,0	25,0	19,3			0,60
6		8,5	15							16	29,0	27,5	20,8			0,78
7		10,5	18							20	33,0	31,0	22,8			1,00
8	0,75	3,2	6							7	20,0	19,7	16,2			0,35
9		4,2	8						4	9	22,0	21,5	17,3	13,0	0,5	0,41
10		5,3	10	5,1		1,3	3,0			11	24,0	23,2	18,2			0,51
11	0,88	6,5	12					9,5		13	26,0	25,0	19,3			0,63
12		8,5	15							16	29,0	27,5	20,8			0,81
13		10,5	18							20	33,0	31,0	22,8			1,06
14		3,2	6		3,0					7	20,0	19,7	16,2			0,40
15	1,00	4,2	8							9	22,0	21,5	17,3			0,47
16		5,3	10	6,2		1,6	3,3			11	24,0	23,2	18,2			0,56
17		6,5	12					10,5		13	26,0	25,0	19,3			0,67
18	1,25	8,5	15							16	29,0	27,5	20,8			0,86
19		10,5	18							20	33,0	31,0	22,8			1,12
20	1,50	3,2	6							7	20,5	20,3	16,5			0,65
21		4,2	8	8,1		2,0	3,8	12,0		9	22,5	22,0	17,5	13,2	0,7	0,74
22	1,93	5,3	10							11	24,5	20,7	18,5			0,86
23	1,50	6,5	12							13	26,5	25,5	19,5	13,2		0,96
24	1,93	8,5	15	8,1	3,0	2,0	3,8	12,0	4	16	29,5	28,0	21,0			1,23
25		10,5	18							20	33,5	31,5	23,0			1,53
26		4,2	8							9	23,5	23,0	18,5			0,87
27	2,50	5,3	10							11	25,5	24,7	19,5			0,99
28	3,00	6,5	12	9,6		2,5	4,4	13,5		13	27,5	26,5	20,5	14,2		1,13
29		8,5	15							16	30,5	29,0	22,0		0,7	1,38
30		10,5	18							20	34,5	32,5	24,0			1,66
31		12,5	20							22	36,5	34,2	26,0			1,80
32		4,2	8							9	24,0	23,5	18,7			1,47
33		5,3	10		4,0					11	26,0	25,3	19,7			1,63
34	4,00	6,5	12	11,8		3,2	5,0	17,0	5	13	28,0	27,0	20,7	14,5	1,0	1,84
35		8,5	15							16	31,0	29,5	22,2			2,20
36		10,5	18							20	35,0	33,0	24,2			2,60
37		12,5	20							22	37,0	34,8	26,2			2,80
38		4,2	8							9	24,5	24,3	18,8			1,90
39		5,3	10							11	26,5	26,0	19,8			2,11
40	5,15	6,5	12	14,0		3,6	5,4			13	28,5	27,8	20,8		1,2	2,35

Продолжение табл. 99

Номер наконечника	Сечение провода, $мм^2$	Размеры наконечника, мм														Вес наконечника, Г
		d	D	$b\pm0,2$	$b_1\pm0,2$	b_2	b_3	$B\pm0,2$	$l\pm0,2$	$l_1\pm0,2$	$L_1\pm0,3$	$L_2\pm0,3$	$L_3\pm0,3$	$L_4\pm0,3$	S	
41		8,5	15					19,5		16	31,5	30,5	22,3	14,7		2,77
42		10,5	18							20	35,5	34,0	24,3			3,25
43		12,5	20							22	37,5	35,8	26,3			3,50
44	6,00	4,2	8	14,8	5,0	3,9	5,7			9	24,5	24,3	18,8	14,7		2,08
45		5,3	10							11	26,5	26,0	19,8			2,28
46		6,5	12							13	28,5	27,8	20,8		1,2	2,52
47	6,00	8,5	15	14,8	5,0	3,9	5,7	19,5	5	16	31,5	30,5	22,3	14,7		2,93
48		10,5	18							20	35,5	34,0	24,3			3,42
49		12,5	20							22	37,5	35,8	26,3			3,73
50		4,2	8							9	26,0	26,0	20,1			3,30
51		5,3	10							11	28,0	27,7	21,1			3,56
52	8,80	6,5	12	18,2		4,8	6,5			13	30,0	29,5	22,1			3,86
53		8,5	15							16	33,0	32,0	23,6			4,24
54		10,5	18							20	37,0	35,5	25,6			4,99
55		12,5	20		6,0			24,0		22	39,0	37,2	27,6			5,29
56		4,2	8						6	9	26,0	26,0	20,1	16	1,5	3,36
57		5,3	10							11	28,0	27,7	21,1			3,63
58	10,00	6,5	12							13	30,0	29,5	22,1			3,90
59		8,5	15	19,0		5,0	7,4			16	33,0	32,0	23,6			4,44
60		10,5	18							20	37,0	35,5	25,6			5,04
61		12,5	20							22	39,0	37,2	26,3			5,41
62		14,5	22							25	42,0	39,8	27,8			5,64

Примечания. 1. Материал: лента латунная Л62М (ГОСТ 2208—49).
2. Покрытие: олово или серебро.
3. Допускаемое отклонение размеров d, b_2, b_3 учитывать по нормали А7, размера D — по нормали С5.

Наконечники боковые 5838А с обжатием изоляции проводов (рис. 99)

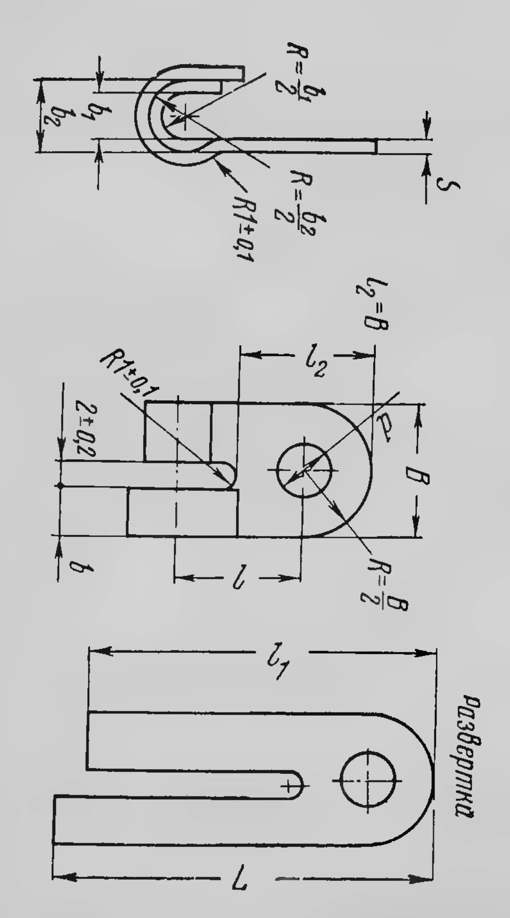


Рис. 99. (к табл. 100). Наконечники боковые с обжатием изоляции проводов

Таблица 100

Номер наконечника	Сечение провода, $мм^2$	Размеры наконечника, мм									Вес наконечника, Г
		d	$b\pm0,2$	b_1	b_2	$B\pm0,2$	$l\pm0,3$	$l_1\pm0,3$	$L\pm0,3$	S	
1		2,2									0,42
2	0,35	3,2				8	7,0	14,5	17,5		0,40
3	0,50	4,2	2	1,0	2,6					0,5	0,38
4		5,3				10	8,0	16,5	19,5		0,54
5		6,5				12	9,0	18,5	21,5		0,72
6		8,5				15	10,0	21,5	24,5		1,02
7		3,2									0,43
8		4,2				8	7,0	15,5	18,5		0,41
9	0,75	5,3	2	1,3	3,0	10	8,0	17,5	20,5		0,58
10	0,88	6,5				12	9,0	19,5	22,5	0,5	0,76
11		8,5				15	10,5	22,5	25,5		1,07
12	1,00	3,2				8	7,5	17,0	20,0		0,75
13		4,2									0,71
14	1,25	5,3		1,6	3,3	10	8,5	19,0	22,0		1,00
15		6,5				12	9,5	21,0	24,0		1,31

Номер наконечника	Сечение провода, $мм^2$	Размеры наконечника, *мм*									Вес наконечника, $Г$
		d	$b\pm0,2$	b_1	b_2	$B\pm0,2$	$l\pm0,3$	$l_1\pm0,3$	$L\pm0,3$	S	
16		8,5		1,6	3,3	15	11,0	24,0	27,0	0,8	1,84
17		3,2									0,80
18	1,50	4,2	2			8	8,0	18,5	21,5		0,76
19	1,93	5,3		2,0	3,8	10	9,0	20,5	23,5		1,08
20		6,5				12	10,0	22,5	25,5		1,41
21		8,5				15	11,5	25,5	28,5		1,96
22		3,2				9	9,0	21,5	24,5		1,39
23		4,2									1,34
24	2,50	5,3				10	9,5	22,5	25,5		1,54
25	3,00	6,5		2,5	4,4	12	10,5	24,5	27,5		1,99
26		8,5				15	12,0	27,5	30,5		2,74
27		10,5				18	13,5	30,5	33,5		3,58
28		3,2				9	9,0	24,0	27,0		1,52
29		4,2	3	3,2							1,48
30		5,3				10	9,5	25,0	28,0	1,0	1,69
31	4,00	6,5		3,2	5,0	12	10,5	27,0	30,0		2,18
32		8,5				15	12,0	30,0	33,0		2,98
33		10,5				18	13,5	33,0	36,0		3,88
34		3,2				10	10,0	26,5	30,5		1,90
35		4,2								1,0	1,85
36		5,3	3								2,41
37	5,15	6,5		3,6	5,4	12	11,0	28,5	32,0		2,31
38		8,5				15	12,5	31,5	35,0		3,16
39		10,5				18	14,0	34,5	38,0		4,07
40		4,2				11	10,5	28,5	31,5		2,67
41	6,00	5,3	4	3,9	5,7						2,98
42		6,5				12	11,0	29,5	32,5	1,2	2,85
43		8,5				18	14,0	32,5	35,5		3,88
44	6,0	10,5		3,9	5,7	18,0	14,0	35,5	38,5	1,2	5,00
45		4,2				12,0	12,0	33,5	37,0		4,25
46		5,3									4,17
47		6,5				15,0	13,5	36,5	40,0		5,73

Номер наконечника	Сечение провода, $мм^2$	Размеры наконечника, *мм*									Вес наконечника, $Г$
		d	$b\pm0,2$	b_1	b_2	$B\pm0,2$	$l\pm0.3$	$l_1\pm0,3$	$L\pm0,3$	S	
48	8,8	8,5		4,8	6,5						7,38
49		10,5				18,0	15,0	39,5	43,0		6,97
50		12,5				20,0	16,0	41,5	45,0		7,94
51		4,2	4							1,5	4,82
52		5,3				13,0	13,0	36,0	40,0		4,72
53	10,0	6,5		5,0	7,4	15,0	14,0	38,0	42,0		5,99
54		8,5				18,0	15,5	41,0	45,0		7,54
55		10,5									7,18
56		12,5				20.0	16,5	43,0	47,0		8,29
57		14,5				22,0	17,5	45,0	49,0		9,28

Примечания. 1. Материал: лента латунная Л62М (ГОСТ 2208—49).
2. Покрытие: олово или серебро.
3. Допустимые отклонения размеров d, b_1 и b_2 учитывать по нормали А7.

Наконечники 5839А для алюминиевых проводов (рис. 100)

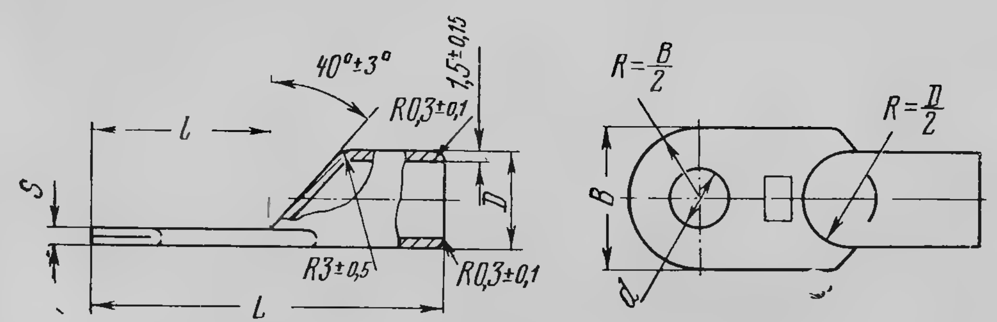


Рис. 100 (к табл. 101). Наконечники для алюминиевых электропроводов

Таблица 101

Номер наконечника	Сечение провода, $мм^2$	Размеры наконечника, *мм*						Вес наконечника, $Г$
		d	D	$B\pm0,3$	$L\pm0,5$	$l\pm0,5$	$S^{+0,1}_{-0,3}$	
1		5,3						18,8
2		6,5						18.5
3	35	8,5	12	17	46	22	2,9	17,9
4		10,5						17,1
5		12,5		20	50	26	2,5	18,0
6		5,3						28,9
7		6,5						28,6
8	50	8,5	15	22,5	54	28		28.0
9		10,5						27,2
10		12,5						27,4
11		14,5			56	30	2,8	26,3

Продолжение табл. 101

Номер наконечника	Сечение провода, $мм^2$	Размеры наконечника, *мм*						Вес наконечника, *Г*
		d	D	$B \pm 0,3$	$L \pm 0,5$	$l \pm 0,5$	$S^{+0,1}_{-0,3}$	
12		6,5			58	30	2,8	33,0
13		8,5						32,4
14	70	10,5	16	24,5				31,6
15		12,5			60			31,90
16		14,5				32		30,8
17		6,5						39,9
18		8,5			61			39,3
19	95	10,5	18	26,5			2,9	38,5
20		12,5						39,0
21		14,5			63	34		37,9

Примечания. 1. Материал: труба медная МЗМ (ГОСТ 617—64).
2. Покрытие: олово.
3. Допустимые отклонения для размера d учитывать по нормали А7.

Наконечники 5840А для алюминиевых проводов (рис. 101)

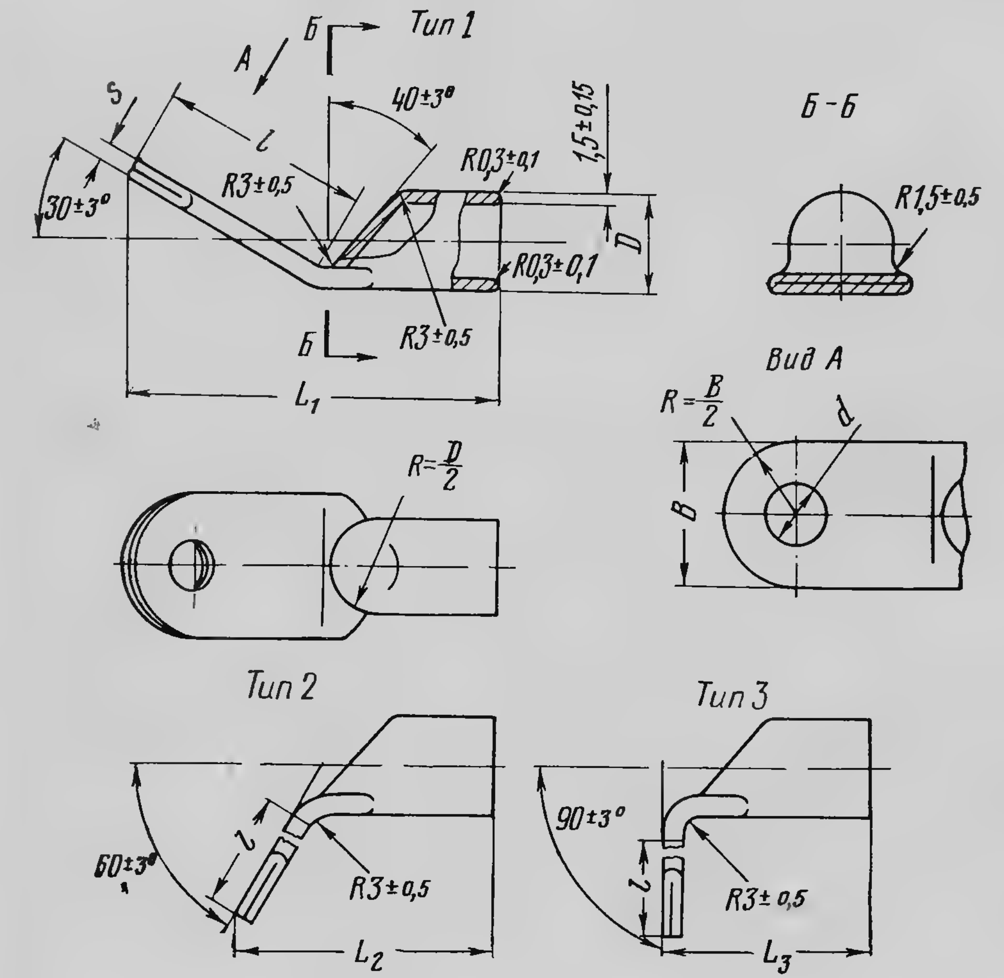


Рис. 101 (к табл. 102). Наконечники для алюминиевых проводов

Таблица 102

Номер наконечника	Сечение провода, $мм^2$	Размеры наконечника, *мм*								Вес наконечника, *Г*
		d	D	$B \pm 0,3$	$l \pm 0,5$	$z_1 \pm 0,5$	$z_2 \pm 0,5$	$z_3 \pm 0,5$	S	
1		5,3			20	44,0	39			20,4
2	35	6,5	12	17				30,0	2,9	20,1
3		8,5			24	47,5	41			21,8
4		10,5								20,4
5		12,5		20	26		42	29,5	2,5	21,3
6		5,3				49,5				30,1
7		6,5			24		43			29,8
8	50	8,5	15	22,5				32,0	2,8	29,2
9		10,5			26	51,5	44			30,0
10		12,5								29,4
11		14,5			28	53,0	45			30,6
12		6,5			26	53,5	46			35,9
13		8,5	16	24,5						35,5
14	70	10,5			28	55,0	47	34,0	2,8	36,1
15		12,5								35,2
16		14,5			30	57,0	48			35,4
17		6,5								43,5
18		8,5			28	56,0				43,1
19	95	10,5	18	26,5	30	58,0	49	35,0	2,9	43,7
20		12,5			30	58,0	49			42,8
21	95	14,5	18	26,5	32	59,5	50	35,0	2,9	43,2

Примечание. См. примечание к табл. 101.

Заделка проводов бортовой электрической сети в наконечники

Заделка проводов бортовой электрической сети в наконечники производится по нормалям 5832А — 5840А для работы при температуре от минус 60 до 250° С в различных климатических условиях. Подготовка концов проводов для заделки в наконечники производится по нормали 745АТ.

В заделках на участке провод — наконечник, как правило, должны быть предусмотрены маркировочные трубки-бирки по нормалям 5602А и 5603А, установка которых должна производиться по нормали 744АТ.

Переходное сопротивление медных проводов на участке провод — наконечник для заделок, выполненных способом холодного обжатия, должно соответствовать величинам, указанным в табл. 103.

Переходное сопротивление проводов на участке провод — наконечник для заделок, выполненных способом пайки и способом холодного обжатия с последующей пайкой, не проверяется.

Требования к механической прочности заделки электропроводов в наконечники. Усилие вырыва для заделок электропроводов в наконечники, выполненных любым способом, должно соответствовать величинам, указанным в табл. 104.

Таблица 103

Допустимые величины переходных сопротивлений медных проводов, заделанных в наконечники

Сечение провода, *мм²*	Переходное сопротивление, *мком*	Сечение провода, *мм²*	Переходное сопротивление, *мком*
0,35	510	6,0	40
0,50	370	8,8	40
0,75	240	10	30
0,88	210	13	30
1,00	210	16	25
1,25	155	21	25
1,50	105	25	20
1,93	95	35	20
2,50	75	41	15
3,00	70	50	15
4,00	50	70	12
5,15	45	95	10

Таблица 104

Усилие вырыва для заделок электропроводов в наконечники

Сечение провода, *мм²*	Усилие вырыва, не менее, *кГ*	Сечение провода, *мм²*	Усилие вырыва, не менее, *кГ*
0,35	5	6,0	70
0,50	5	8,8	70
0,75	10	10	70
0,88	10	13	70
1,00	10	16	120
1,25	15	21	120
1,50	15	25	120
1,93	15	35	120
2,50	40	41	250
3,00	40	50	250
4,00	40	70	250
5,15	40	95	250

Допускается снижение минимальной разрывной нагрузки против данных табл. 105 на 25% для проводов сечений 0,5—1,25 *мм²* за счет неравномерности работы жил провода при растяжении. Для проводов сечениями 1,5—70,0 *мм²* допускается снижение минимальной разрывной нагрузки на 30% за счет выкусывания части жил провода при пайке. Переходное сопротивление провода с наконечником на участке пайки для всех сечений проводов — не более 50 *мком.*

Таблица 105

Нормы механической прочности пайки и заделки проводов в наконечниках обжатием

Сечение провода, *мм²*	Вырывающее усилие, *кГ*	Минимальная разрывная нагрузка, *кГ*	Характер разрушения
0,35		8,7	Разрыв провода
0,5		12,5	То же
0,75	10	18,7	»
0,88		22	»
1,0		25	»
1,25		31	»
1,5	15	37	»
1,93		48	»
2,5		62	»
3,0		75	»
4,0	40	100	»
5,15		129	»

Сечение провода, *мм²*	Вырывающее усилие, *кГ*	Минимальная разрывная нагрузка, *кГ*	Характер разрушения
6,0		150	Разрыв провода
8,8	70	221	То же
10,0		250	»
13,0		325	»
16,0		400	»
21,0		525	Разрыв провода или разрыв по пайке
25,0	120		
		620	То же
35,0		760	»
41,0		820	»
50,0	250	910	»
70,0		1010	»

Данные для заделки наконечников 5832А—5835А (рис. 102, 103)

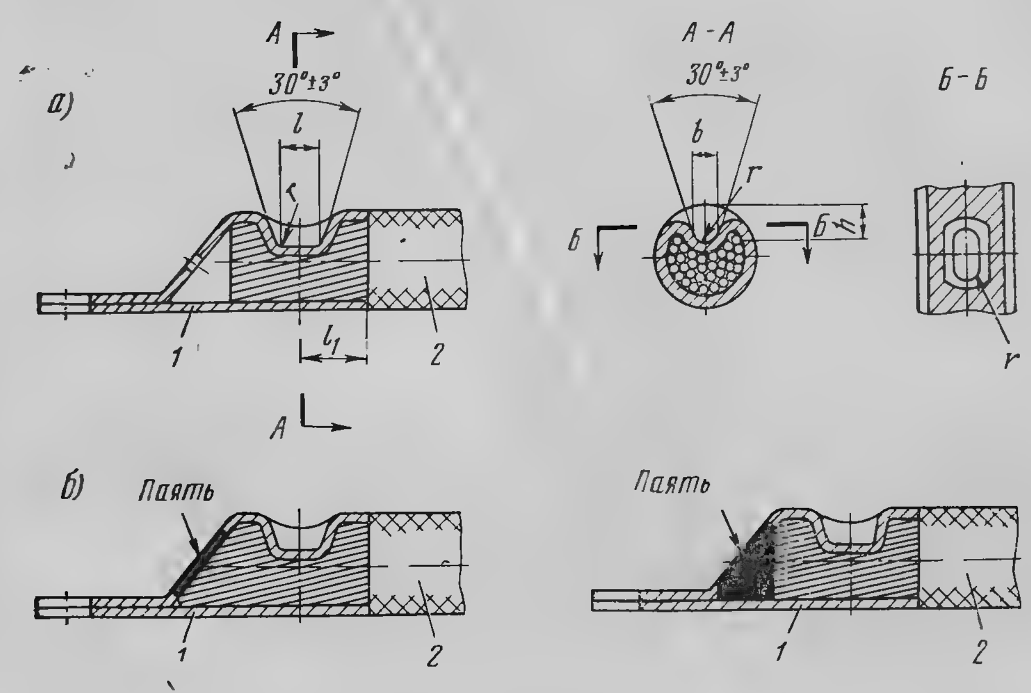


Рис. 102 (к табл. 106). Заделка медных электропроводов в наконечники 5832А — 5834А:
а — холодное обжатие; *б* — пайка;
1 — наконечник; *2* — электропровод

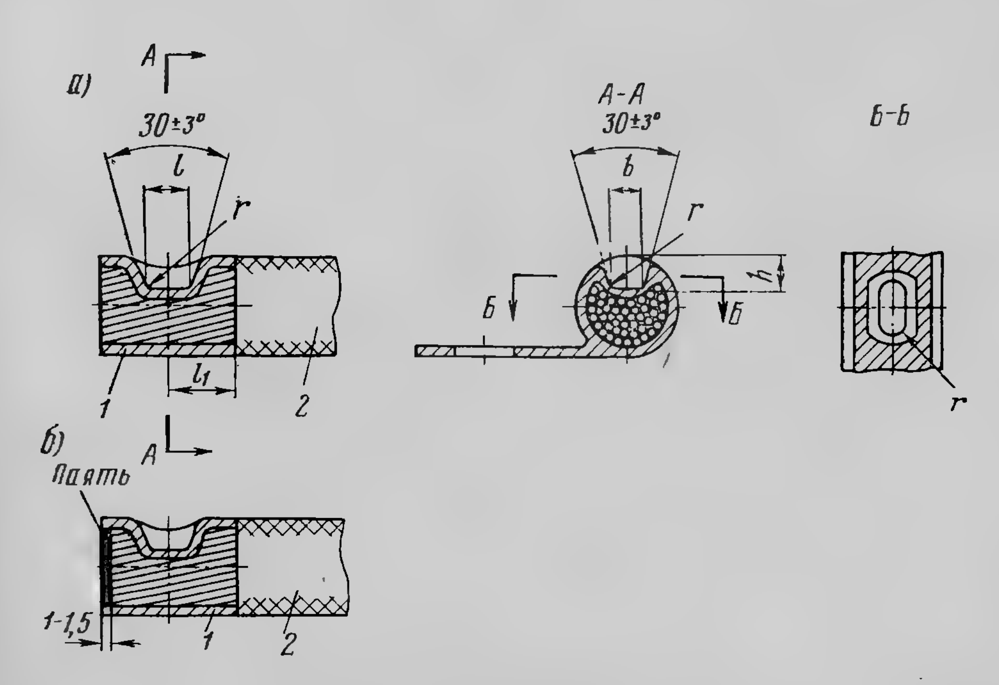


Рис. 103 (к табл. 106). Заделка медных электропроводов в наконечники 5835А:
а — холодное обжатие; *б* — пайка;
1 — наконечник; *2* — электропровод

Таблица 106

Сечение провода, $мм^2$	Размеры наконечников, *мм*				
	$l\pm0{,}2$	$l_1\pm0{,}5$	$b\pm0{,}2$	$r\pm0{,}1$	$h\pm0{,}2$
8,8	5	6	2	1,0	1,8
10,0					2,4
13,0		8			2,6
16,0					2,8
21,0	7	9	4	2,0	3,2
25,0					3,5
35,0		10			4,2
41,0					4,4
50,0	8	11	5	2,5	5,0
70,0					6,0
95,0					7,0

Эксплуатационные требования. Заделка проводов любым способом в наконечники должна обеспечивать их нормальную работу в условиях:

вибрационных нагрузок частотой 5—300 *гц* с перегрузкой до 10 *g* и амплитудой до 10 *мм*;

воздействия многократных ударных нагрузок ускорением до 12 *g* с длительностью импульса 20—50 *м/сек*;

возможного образования инея и росы;

тропического климата.

Заделка проводов любым способом в луженые и серебряные наконечники должна обеспечивать их нормальную работу в диапазоне температур от —60 до +200° С.

Требования к заделке проводов в наконечники способом холодного обжатия. При заделке проводов в наконечники способом холодного обжатия жила провода должна быть вставлена в наконечник до упора или заподлицо с торцом наконечника. Изоляция провода перед обжатием должна подходить вплотную, без зазора, к торцовой части наконечника или уступу внутри наконечника. После обжатия допускается утяжка торца наконечника. Зазор в месте утяжки между наконечником и изоляцией провода не контролируется.

Данные для заделки наконечников 5836А (рис. 104)

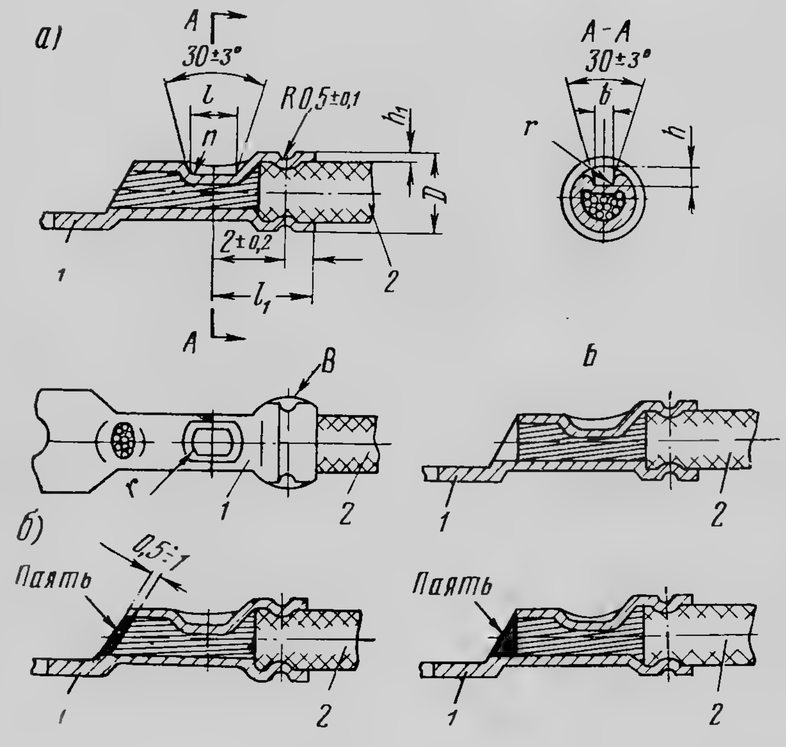


Рис. 104. (к табл. 107). Заделка медных электропроводов в наконечники 5835А:
а — холодное обжатие; *б* — пайка;
В — допускается обжатие не по всему периметру; *Б* — допустимый вариант обрезки конца жилы провода;
1 — наконечник; *2* — электропровод

Таблица 107

Сечение провода, $мм^2$	Размеры наконечника, *мм*						
	$l\pm0{,}2$	$l_1\pm0{,}3$	$b\pm0{,}2$	$r\pm0{,}1$	$h\pm0{,}1$	$h_1+0{,}1$	$D\pm0{,}2$
0,35; 0,50			0,8	0,4	0,5		3,2
0,75; 0,88	3	8,0			0,6		3,6
1,00; 1,25			1,2	0,6	0,7	0,3	3,8
1,50; 1,93					0,9		4,1
2,50; 3,00	4	8,5			1,1	0,4	4,7
4,00					1,4		5,5
5,15			2,0	1,0	1,6		6,2
6,00					1,7	0,5	
8,80	5	9,0			2,0		7,4
10,00					2,1		

Допускается различное положение лунки обжатия вокруг оси у всех трубчатых наконечников с шагом 90±5°, а у боковых наконечников с шагом 45±5°. Поверхность наконечника после обжатия не должна иметь трещин, заусенцев, забоин и нарушения целостности покрытия.

Требования к заделке проводов в наконечники способом пайки. При обжатии провода в наконечнике допускается деформация наконечника, т. е. отступление от правильной формы окружности без острых углов по месту обжатия. Величина зазора между лапками наконечника, обжимающих изоляцию, не контролируется.

Для обеспечения надежной работы заделанных наконечников в местах заделки в условиях температуры до 200° С пайка должна производиться оловом марки О2 или О3 (ГОСТ 860—60) со спирто-канифолевым флюсом по инструкциям НИАТ ПИ-37—59 для нетеплостойких проводов и ПИ-60—63 для теплостойких проводов, а для обеспечения работы в условиях температуры до 250° С пайка должна производиться припоем марки ПСрЗКд (ГОСТ 8190—56) со спирто-канифолевым флюсом по инструкции НИАТ ПИ-60—63.

Поверхность наконечников в местах пайки должна быть без наплывов и шероховатостей. Наличие нагара и флюса не допускается.

На рис. 105 показана заделка медных и алюминиевых проводов в наконечники; на рис. 106 — заделка экранированных и неэкранированных проводов в наконечники для подключения к корпусу и гнезду зажима.

Крепление проводов к клеммам готовых изделий

Жилы проводов должны быть скручены и обжаты плоскогубцами для получения кольца в одной плоскости, а затем облужены.

При заделке конца экранированного провода с выводом экранирующей плетенки для подключения к корпусу объекта или агрегата (для металлизации и заземления) один конец экранирующей плетенки освобождается за счет вывода провода через отверстие в ней и используется для подключения. При необходимости дополнительного крепления плетенки допускается наложение на нее бандажа шириной до 25 *мм* из ниток «Маккей» или № 00 черных.

Для заделки провода в гнездо винтового зажима применяются трубчатые наконечники или скрученная облуженная жила провода. Жилу провода можно «откусывать» заподлицо с наконечником.

Подключение проводов к клеммным колодкам показано на рис. 107. Для соединения соседних клемм на колодку устанавливаются соединительные шинки.

При подключении проводов к реле ТКЕ-52ПД, арматуре СЛЦ, выключателю КВ-9 и другим изделиям, имеющим аналогичные клеммы (рис. 108), жилы проводов вставляют в отверстие клеммы, загибают и припаивают оловом О2 или О3 (ГОСТ 860—60). Не допускаются потеки олова или канифоли. Место пайки про-

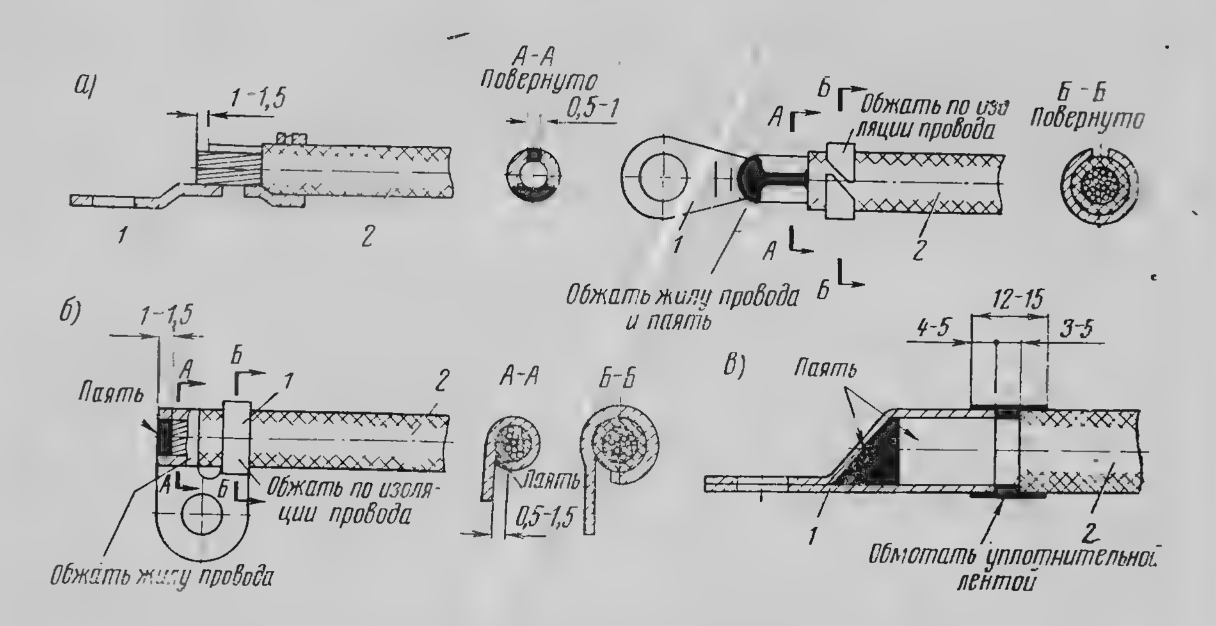


Рис. 105. Заделка электропроводов в наконечники:
а, б — медные провода с наконечниками 5837А и 5838А; *в* — алюминиевый провод с наконечником 5839А (5840А);
1 — наконечник; *2* — электропровод

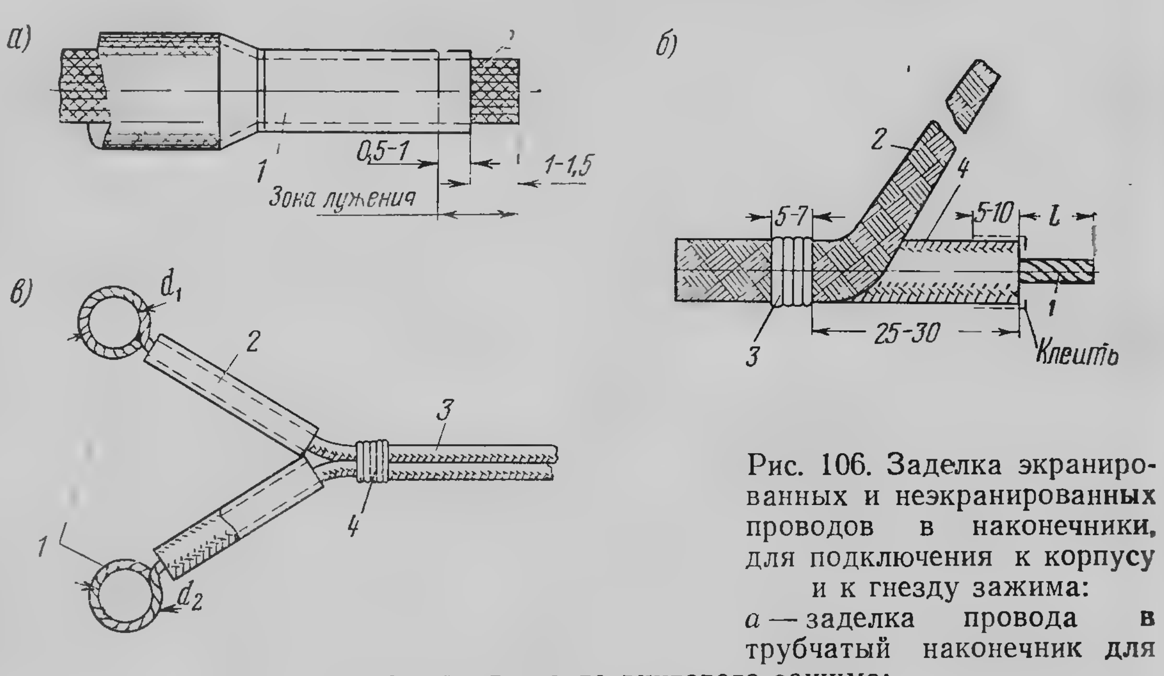


Рис. 106. Заделка экранированных и неэкранированных проводов в наконечники, для подключения к корпусу и к гнезду зажима:
а — заделка провода в трубчатый наконечник для крепления в гнезде винтового зажима:
1 — трубчатый наконечник; *2* — жила провода;
б — заделка экранированного провода с выводом плетенки для подключения к корпусу:
1 — жила провода; *2* — экранирующая плетенка; *3* — бандаж из ниток 00; *4* — провод (с оплеткой хлопчатобумажной или из стекловолокна);
в — заделка проводов к розеткам типа 47К, 48К и реостатам типа ВС-25:
1 — кольцо луженое; *2* — бирка провода; *3* — провод; *4* — бандаж

тирают спиртом для удаления канифоли и закрашивают цапон-лаком красного цвета. На контакты надвигают хлорвиниловые трубки-бирки проводов (с контактных пластин КВ-9 предохранительные прокладки снимают).

Подключение проводов к герметичным реле типа ТКЕ-22П1Г, ТКЕ-24П1Г, ТКЕ-26П1Г и др. производят по техническим условиям завода-изготовителя реле; подключение проводов к реле, устанавливаемым в открытых местах, производят аналогично подключению проводов к герметичным штепсельным разъемам.

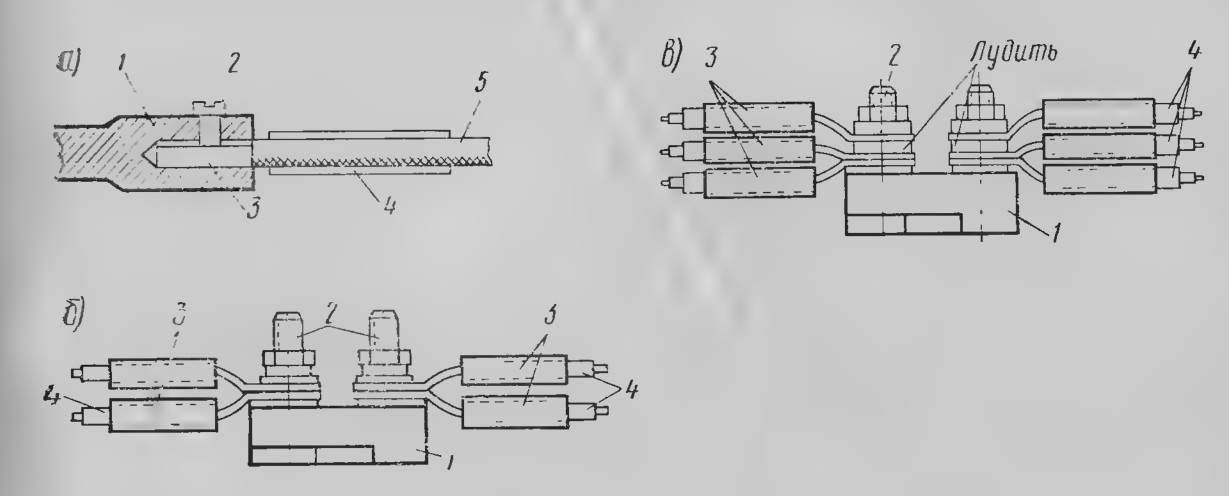


Рис. 107. Подключение проводов к клеммным колодкам:
а — крепление провода к гнезду винтового зажима:
1 — гнездо готового изделия; *2* — винт; *3* — трубчатый наконечник или жила провода облуженная; *4* — бирка провода; *5* — провод
б, в — подключение к клеммным колодкам двух и трех проводов под болт;
1 — клеммная колодка; *2* — контактный болт; *3* — бирка провода; *4* — провод

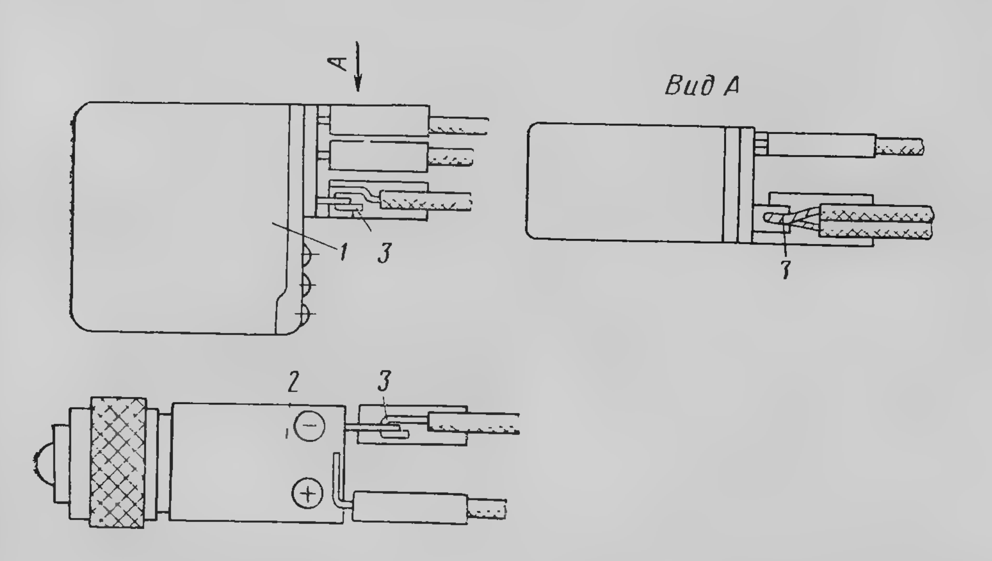


Рис. 108. Подключение проводов к реле ТКЕ-52ПД, ТКЕ-56ПД. ТКЕ-210, ТВЕ-101А, арматуре с СЛЦ-51, выключателю КВ-9:
1 — реле ТКЕ-52ПД; *2* — арматура; *3* — узел заделки провода

При подключении провода к кнопке 5КС облуженную жилу провода вставляют в трубчатый наконечник 6196С55-1, наконечник обжимают и припаивают припоем ПОС-40 (олово О2 или О3 ГОСТ 860—60), провод с наконечником вставляют в гнездо кнопки, прижимают винтом, который затем контрят с помощью

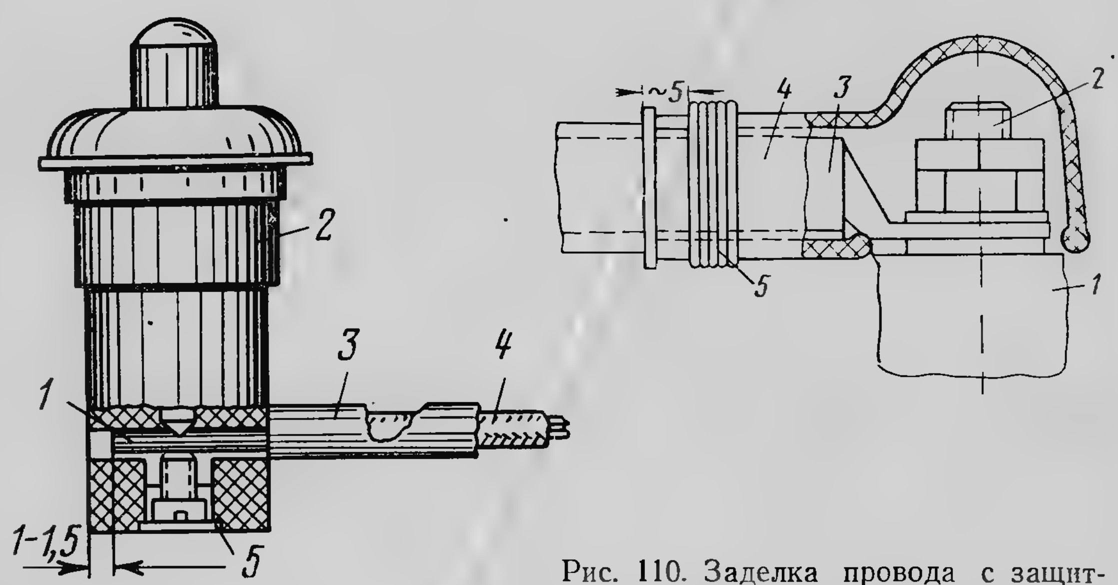


Рис. 109. Подключение провода к кнопке 5КС:

1 — трубчатый наконечник; 2 — кнопка; 3 — бирка; 4 — провод; 5 — винт

Рис. 110. Заделка провода с защитным резиновым колпачком на наконечнике:

1 — готовое изделие; 2 — контактный болт; 3 — наконечник; 4 — резиновый защитный колпачок; 5 — бандаж

красной эмали ПФ-223. На провод надвигают хлорвиниловую трубку — бирку до упора в кнопку (рис. 109).

На наконечники проводов, подключенные к электрическим контактам готовых изделий, в открытых местах устанавливают защитные резиновые колпачки (рис. 110). Подключение проводов к переключателям ПП-45, ППН-45, 2ППМ-45 показано на рис. 111.

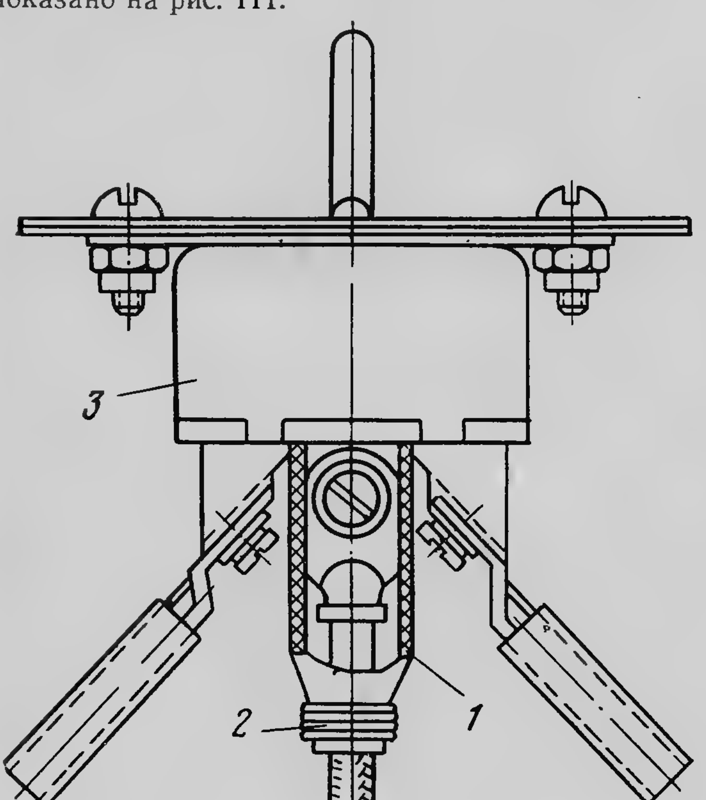


Рис. 111. Подключение проводов к переключателям ПП-45, ППН-45, 2ПП-45, 2ППМ-45:

1 — хлорвиниловая трубка; 2 — бандаж из ниток № 00 (6—7 витков); 3 — переключатель (ПП, ППН, 2ПП, 2ППМ-45)

Подключение проводов к контактным клеммам бортовых аэронавигационных огней типа БАНО-52 и других изделий, имеющих аналогичные клеммы, производится в следующем порядке: снять со штуцера готового изделия гайку, вынуть контактную втулку, пластмассовую шайбу и пружину, продеть зачищенный конец провода через детали, как показано на рис. 112, слегка распустить жилу провода и опаять ее оловом О2 или О3 (ГОСТ 860—60), затем собрать патрон. На рис. 113 показано подключение проводов к светильнику, на рис. 114— разделка теплостойких проводов ПТЛ-200 и ПТЛЭ-200.

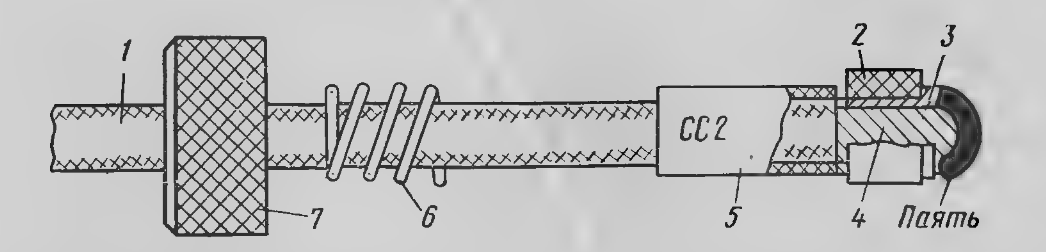


Рис. 112. Подключение проводов к клеммам бортовых аэронавигационных огней БАНО-52 и других изделий, имеющих аналогичные клеммы:

1 — провод; 2 — пластмассовая шайба; 3 — контактная втулка; 4 — жила провода; 5 — бирка провода; 6 — пружина; 7 — накидная гайка

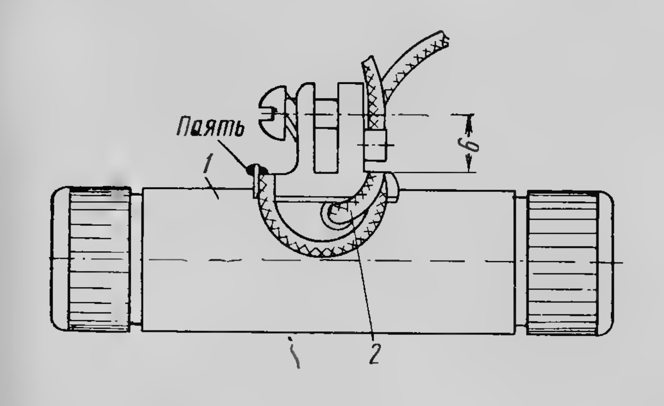
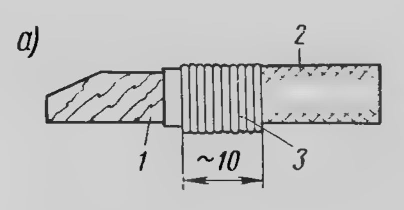


Рис. 113. Подключение проводов к светильнику:

1 — светильник; 2 — провод из комплекта готового изделия



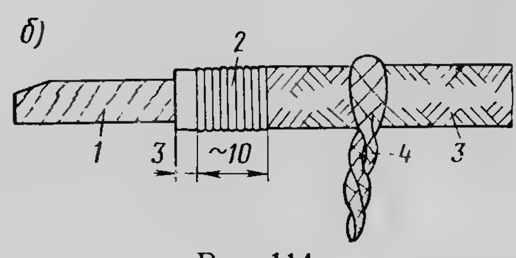


Рис. 114.

а — разделка провода ПТЛ-200;

1 — жила провода; 2 — провод; 3 — бандаж;

б — разделка провода ПТЛЭ-200:

1 — жила провода; 2 — бандаж; 3 — экранирующая плетенка; 4 — вывод экранирующей плетенки

Провода вентиляторов ДВ-302Т и других готовых изделий подключаются к клеммным колодкам, либо запаиваются в штепсельные разъемы, либо подключаются к самолетной (вертолетной) электросети с помощью индивидуальных разъемов.

На рис. 115, *а*, *б*, *г* показаны способы изоляции обесточенных (запасных и невключаемых) проводов с помощью хлорвиниловой трубки, на рис. 115 *в* — с помощью изоляционной ленты.

Полупроводниковые диоды припаиваются к колодке на расстоянии 12 *мм* от корпуса элементов конструкции объекта, корпуса агрегата. Они устанавливаются

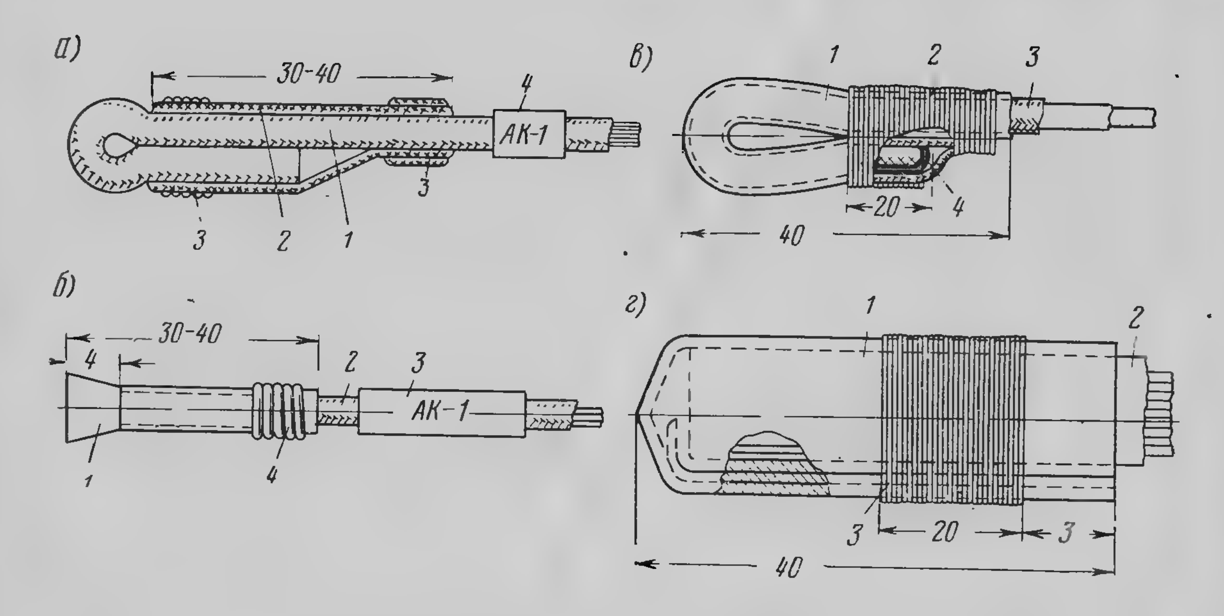


Рис. 115. Способы изоляции обесточенных (запасных и невключаемых) проводов:

а — провода сечением 0,35—1,93 *мм*²;

1 — провод; *2* — хлорвиниловая трубка; *3* — бандаж; *4* — бирка;

б — провода сечением более 1,93 *мм*²;

1 — хлорвиниловая трубка (оплавленная и обжатая в горячем состоянии); *2* — провод; *3* — бирка; *4* — бандаж;

в — провода сечением 0,5 — 5,15 *мм*²;

1 — хлорвиниловая трубка; *2* — бандаж; *3* — провод; *4* —изоляционная лента;

г — провода сечением 6—70 *мм*²;

1 — хлорвиниловая трубка; *2* — провод; *3* — бандаж

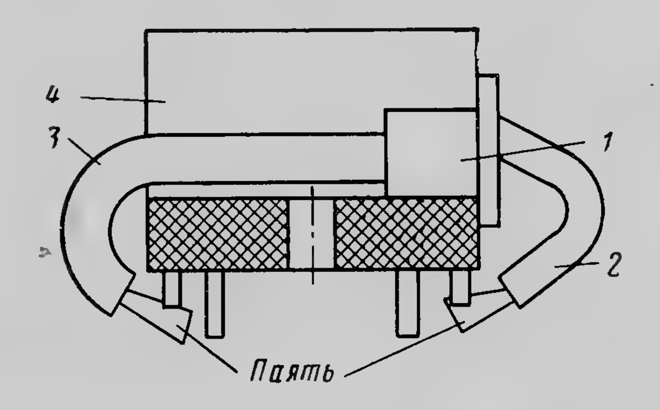


Рис. 116. Подключение диода к колодке:

1 — диод Д-7Ж; *2, 3* — хлорвиниловые трубки (d=2,6 и 2,2); *4* — колодка

на колодке в шахматном порядке. На выводы диодов надеваются хлорвиниловые трубки, как показано на рис. 116. Пайка диодов производится с теплоотводом между местом пайки и корпусом диода.

ШТЕПСЕЛЬНЫЕ РАЗЪЕМЫ

Штепсельным разъемом называется устройство, служащее для соединения отдельных электрожгутов (кабелей) и жгутов (кабелей) с агрегатами и приборами. Штепсельные разъемы состоят из двух основных частей: колодки — неподвижной части и вставки — подвижной части. Колодка предназначается для крепления на агрегатах, приборах и элементах конструкции объекта, вставка — для присоединения к свободному концу электрожгута (кабеля).

Кроме двух основных частей, в состав некоторых штепсельных разъемов входит также еще одна часть — проходник, который устанавливается в тех местах, где непосредственное соединение колодки и вставки либо конструктивно неосуществимо, либо технологически нежелательно. В отличие от колодок и вставок, где в каждой из этих частей могут расположаться как контактные штыри, так и контактные гнезда, в проходнике располагаются только контактные штыри.

Штепсельные разъемы серий ШР, СШР, 2РТ и Р используются на объектах в системах постоянного и переменного токов с напряжением до 1000 *в* с частотой до 3000 *гц* при силе тока в контактной паре до 200 *а*.

Штепсельные разъемы классифицируются: по посадочному диаметру корпуса, типу корпуса, общему числу контактных пар, виду соединяемого кабеля, контактного устройства, расположенного во фланце разъема (вилка или розетка), типу герметизации.

По посадочному диаметру корпуса ШР разделяются на разъемы, соответствующие посадочным диаметрам фланцевой части корпусов, обозначаемые абсолютным значением диаметров в миллиметрах (например, 12, 48, 60).

По типу корпуса ШР делятся на агрегатные и кабельные. Агрегатные разъемы, имеющие прямой корпус, обозначаются буквой П, угловой — буквой У; прямые кабельные разъемы — буквами ПК, угловые кабельные — УК.

По виду соединяемого кабеля ШР имеют обозначение: экранированный — Э, неэкранированный — Н.

По виду контактного устройства, расположенного во фланцевой части разъема, ШР обозначаются: со штырями Ш, с гнездами Г.

По типу герметизации разделяются на герметичные (ШРГ) и негерметичные (ШР). Герметичные штепсельные разъемы выпускаются только типа Ш, в которых вилка находится во фланцевой части разъема.

Ш т е п с е л ь н ы й р а з ъ е м г е р м е т и ч н ы й — разъем, колодка (или проходник) которого имеет уплотнение, защищающее контактную часть его от проникновения в нее воздуха.

Ш т е п с е л ь н ы й р а з ъ е м н е г е р м е т и ч н ы й — разъем, колодка которого не имеет уплотнения и через нее может проходить воздух в контактную часть его.

Ш т е п с е л ь н ы й р а з ъ е м э к р а н и р о в а н н ы й — разъем, в котором составные части корпуса имеют надежные электрические соединения (металлизация) между собой и устройства для надежного закрепления экрана электрожгута (кабеля).

Ш т е п с е л ь н ы й р а з ъ е м н е э к р а н и р о в а н н ы й — разъем, имеющий зажимы для электрожгута (кабеля). Детали корпуса разъема не имеют надежной (сквозной) металлизации.

Конструкция. Штепсельные разъемы герметичные и негерметичные (экранированные и неэкранированные) различаются только конструкцией колодки.

Штепсельный разъем герметичный проходной состоит из трех частей: левой вставки, герметичного проходника и вставки. Вставки штепсельных разъемов всех типов одинаковы. Левая вставка отличается от вставки только нумерацией контактов и расположением фиксирующего шпоночного соединения (развернуто на 180°). Для отличия левой вставки от вставки на соединительной гайке левой вставки имеется кольцевая проточка. Колодки и вставки в зависимости от назначения разъема и рода присоединяемого кабеля могут быть нескольких видов. Колодки, вставки и проходники всех серий штепсельных разъемов имеют однотипное устройство.

В качестве примера приводится описание конструкции разъемов серии ШР.

К о л о д к и могут быть блочные и кабельные. Блочная колодка состоит из корпуса, внутри которого расположены контакты (штыри или гнезда) диаметром 1,5; 2,5; 3,5; 5,5 и 9 *мм*, изолированные друг от друга и от корпуса двумя изоляторами. Положение контактов в изоляторах «плавающее», т. е. они имеют осевой и радиальный люфты в пределах нескольких десятых миллиметра. Вокруг своей оси контакты не вращаются. Контакты d=5,5 и 9 *мм* — съемные. Пакет изоляторов с контактами закрепляется в корпусе кольцевой квадратной пружиной. Положение изоляторов в корпусе также «плавающее». С лицевой стороны изоляторов

нанесена цифровая нумерация контактов. Корпус имеет квадратный фланец с четырьмя гладкими монтажными отверстиями, метрическую резьбу для соединения со вставкой и шпоночный выступ, обеспечивающий правильное сочленение колодки со вставкой.

Герметичная блочная колодка между изоляторами имеет герметизирующую резиновую прокладку. Изоляторы в корпусе крепятся круглой гайкой. Положение контактов и изоляторов неподвижное. Хвостовики контактов d 5,5 и 9 *мм* съемные. Кабельные колодки (герметические и негерметические) отличаются от блочных наличием прямого или углового патрубка с экранированной гайкой для крепления металлического экрана или неэкранированной гайкой с прижимом винтами и шайбами. Патрубки крепятся к монтажному фланцу корпуса винтами с пружинными шайбами.

Вставка отличается от кабельной колодки только конструкцией корпуса, патрубка и наличием соединительной гайки. Корпус имеет шпоночный паз и не имеет монтажного фланца, а патрубок для удобства монтажа выполнен из двух частей. Патрубок относительно корпуса можно устанавливать в 8—12 фиксированных положений.

Проходник имеет составной корпус, внутри которого находятся запрессованные в пластмассу двусторонние штыри. Герметизация штырей осуществляется пластмассой, а по стыку изолятора с корпусом — кольцевой резиновой прокладкой. Обе части корпуса соединяются друг с другом винтами. Проходник на изделии крепится двумя гайками. Проходник со вставкой соединяется так же, как с колодкой.

Основные отличия разъемов разных серий от разъемов серий ШР

Штепсельные разъемы серии СШР отличаются от серии ШР применением контактов диаметром 2,5 *мм* с толщиной серебрения 25 *мк*, креплением изоляторов в негерметических колодках и вставках круглой гайкой, наличием герметических колодок с гнездами и сокращенной номенклатурой.

Штепсельные разъемы серии 2РТ по своим техническим данным соответствуют разъемам типа ШР, но в разъемах серии 2РТ применены материалы, позволяющие работать при температурах до 200° С. Разъемы этой серии не имеют герметических колодок и проходников.

Штепсельные разъемы серии Р отличаются от серии ШР повышенными значениями электрических параметров и конструкцией изоляторов и контактов. Изоляторы для повышения электрической прочности имеют конструкцию в виде «лабиринта». Контактные гнезда штампованные, а штыри для негерметического варианта изготовляются из трубки, обработанной под давлением.

Колодкам и вставкам штепсельных разъемов присвоены обозначения, в которых учтены конструктивные особенности разъемов каждого типа.

Например, обозначение разъема ШР16П1ЭШ3 расшифровывается так:

ШР — тип разъема;
16 — посадочный диаметр корпуса колодки;
П — вид присоединяемого патрубка — прямой;
1 — количество контактов в разъеме;
Э — для присоединения экранированного электрожгута (кабеля);
Ш — вид контакта в колодке — штырь;
3 — условное обозначение сочетания контактов.

Если штепсельный разъем обозначен Р20СК4ЭГ4, это расшифровывается следующим образом:

Р — тип разъема;
20 — посадочный диаметр корпуса колодки;
СК — вид присоединяемого патрубка — угловой обратный кабельный;
4 — количество контактов;
Э — для присоединения экранированного электрожгута (кабеля);
Г — вид контакта в колодке — гнездо;
4 — условное обозначение сочетания контактов.

При выборе серии штепсельного разъема руководствуются его основными параметрами: рабочим напряжением, силой тока и сочетанием контактных пар по количеству и диаметрам, герметичностью, теплостойкостью и условиями монтажа разъема на объекте.

Технические данные штепсельных разъемов типа ШР, СШР, 2РТ и Р приведены в табл. 108. Штепсельные разъемы (виды корпусов, расположение штырьков и гнезд и их нумерация в штепсельных разъемах) приведены на рис. 117—126.

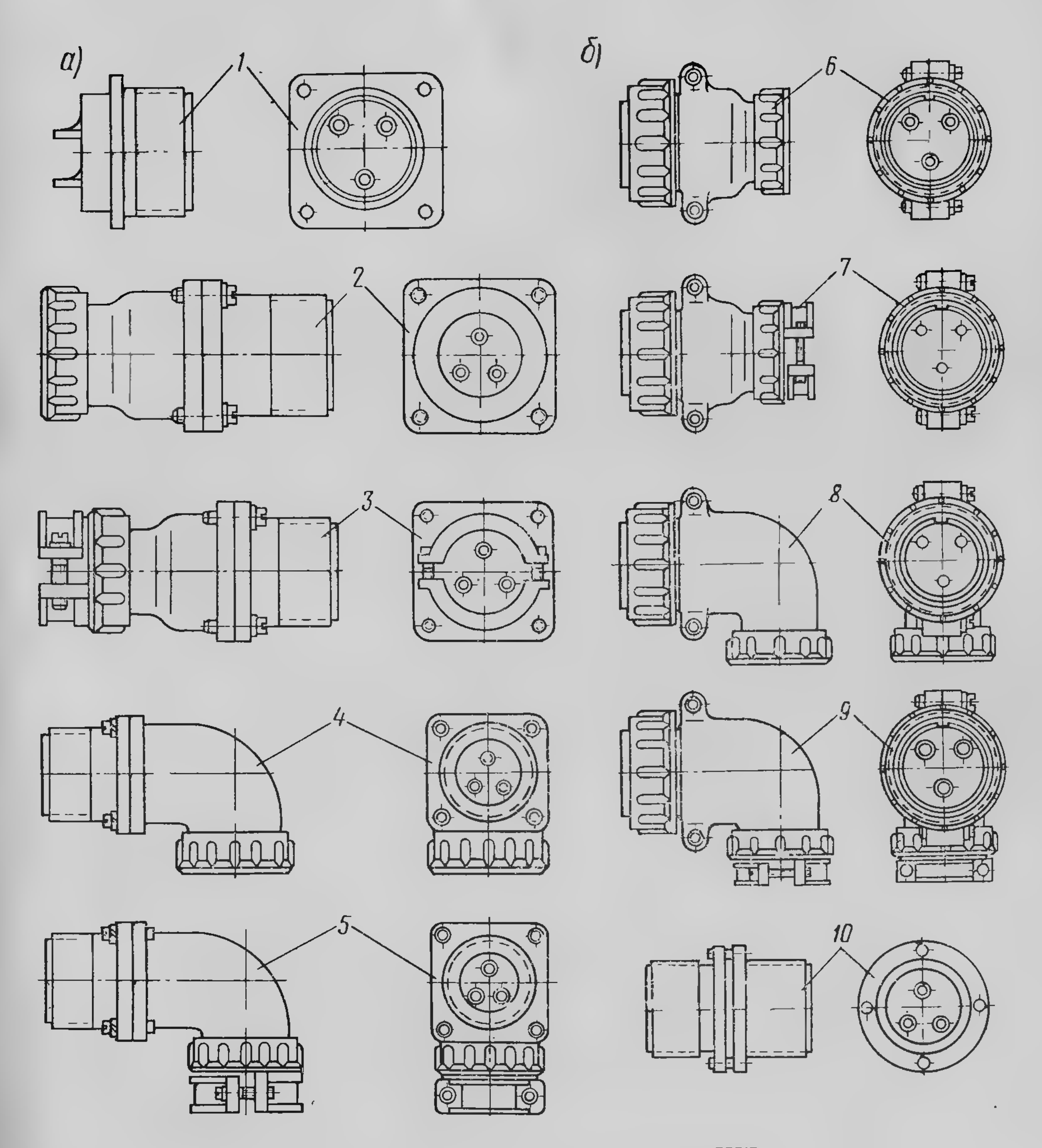


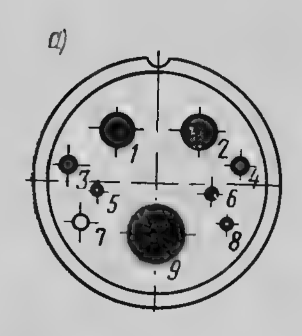
Рис. 117. Виды колодок и вставок ШР:

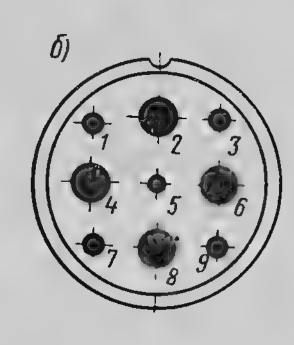
а — колодки:

1 — прямая агрегатная (приборная); *2* — прямая под экранированный кабель; *3* — прямая под неэкранированный кабель; *4* — угловая под экранированный кабель; *5* — угловая под неэкранированный кабель;

б — вставки;

6 — прямая под экранированный кабель; *7* — прямая под неэкранированный кабель; *8* — угловая под экранированный кабель; *9* — угловая под неэкранированный кабель; *10* — проходник





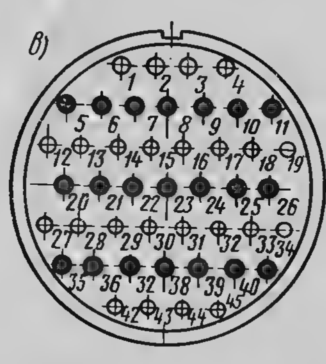


Рис. 118. Расположение штырьков и их нумерация в штепсельных разъемах ШР, ШРГ, СШР, СШРГ и 2РТ (вид со стороны припайки проводов):
а — штырьки d=3,5; 5; 9 *мм*; *б* — штырьки d=3,5 и 5 *мм*; *в* — штырьки d=1,5 и 3,5 *мм*

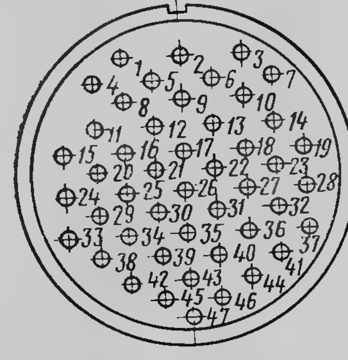


Рис. 119. Расположение штырьков (d=1,5 *мм*) и их нумерация в штепсельных разъемах типов Р и РГ (вид со стороны припайки проводов)

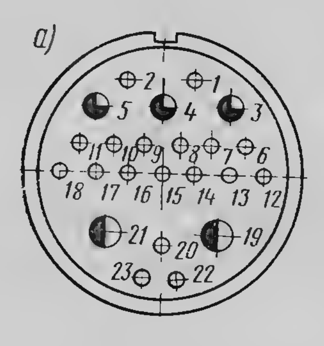
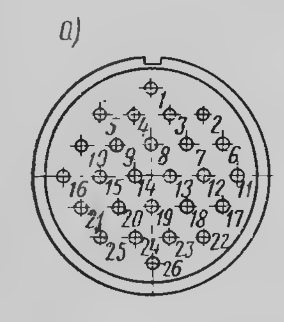


Рис. 120. Расположение гнезд и их нумерация в штепсельных разъемах ШР, ШРГ, СШР, СШРГ и 2РТ:
а — штырьки d=3,5; 5,5; 9 *мм*; *б* — штырьки d=2,5 *мм*



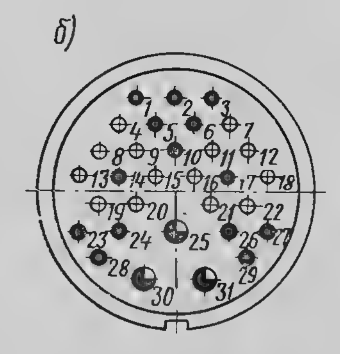


Рис. 121. Расположение штырьков и их нумерация в разъемах типа ШРГ (вид на изолятор колодки со стороны левой вставки):
а — штырьки d=3,5 *мм*; *б* — штырьки d=5,5 и 9 *мм*

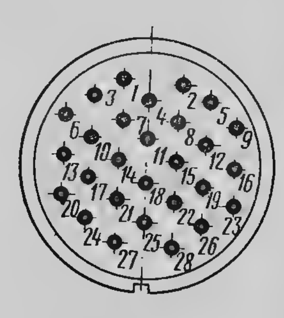


Рис. 122. Расположение штырьков (d=1,5 *мм*) и их нумерация в штепсельных разъемах типа РГ-П (вид на изолятор колодки со стороны левой вставки)

Рис. 123. Штепсельный разъем аэродромного питания ШРА-200ЛК:
1 — общий вид; *2* — розетка; *3* — штепсельный разъем в разрезе; *4* — крышка; *5* — электрическая схема

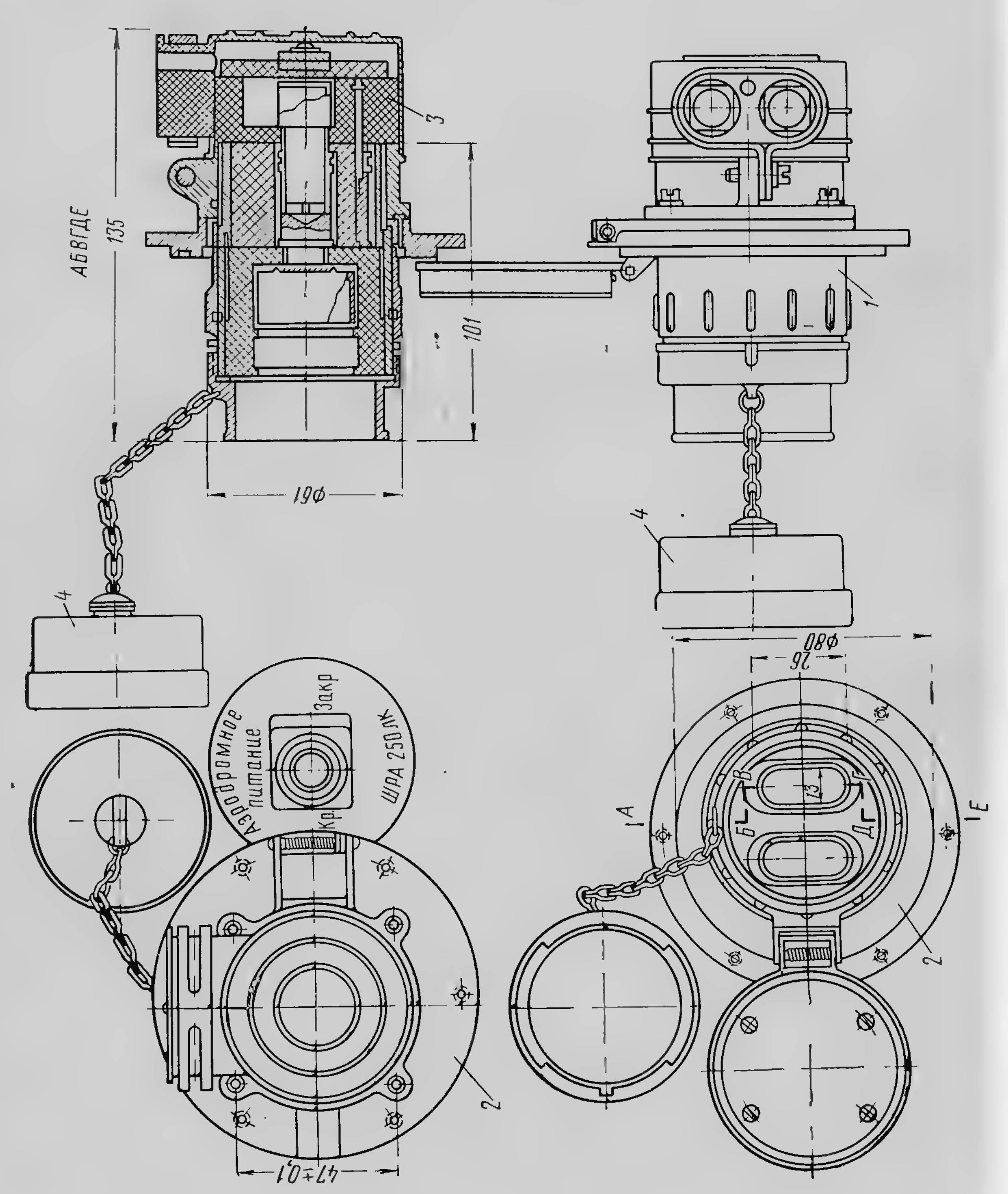


Рис. 124. Штепсельный разъем аэродромного питания ШРА-250ЛК:

1 — общий вид штепсельного разъема; 2 — розетка; 3 — штепсельный разъем в разрезе; 4 — крышка

Технические данные штепсельных разъемов ШР, СШР, 2РТ, Р

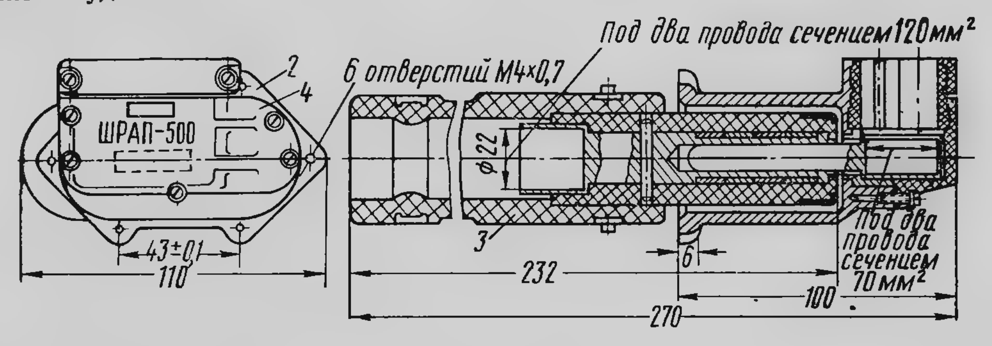
Параметр	ШР	СШР	2РТ	Р
Условия работы:				
Температура окружающей среды или мест крепления, °C	—60—+60	—60—+60	—60—+250	—60—+85
Относительная влажность окружающей среды, %	98 при $t=20\pm5°$ C			5—2000 (при 30*g*) 150*g*
Вибрация, *гц*	5—2000 (при 30*g*)		10—200 (при 10*g*)	
Центробежное ускорение	150*g*		25*g*	
Режим работы	Продолжигельный			
Электрические параметры:				
Номинальное напряжение, *в*, постоянного тока или эффективное значение переменного тока частотой 3000 *гц* при атмосферном давлении:				
760 *мм рт. ст.*	600	600	400	1500
400 »	500	500	—	1250
350 »	500	500	350	1250
90 »	300	300	300	600
64 »	300	300	—	550
41 »	250	250	250	450
33 »	250	250	—	400
15 »	200	200	200	300
5 »	150	150	115	250
3 »	150	150	—	250
1 »	150	150	—	250
10^{-1}	600	600	—	300
Номинальная сила тока, *а*	10, 25, 50, 100 и 200	25	10, 25, 50, 100 и 200	10
Суммарная токовая нагрузка на штепсельный разъем, %, при числе контактов:				
1—20		100		
21—30		80		
31—50		70		

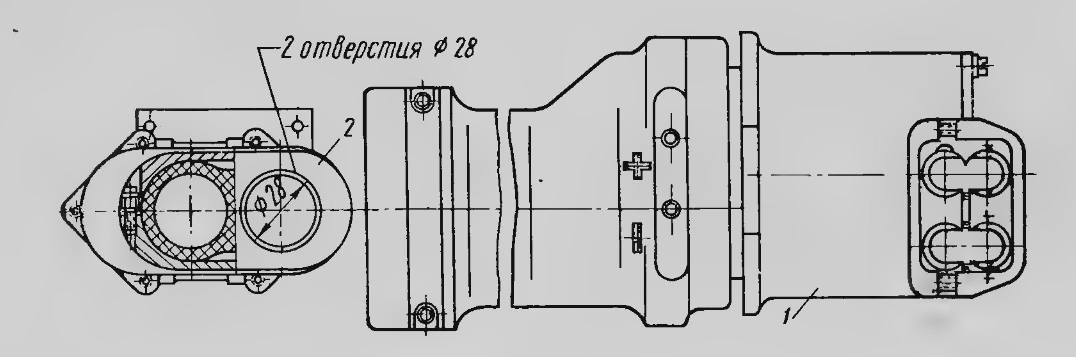
Параметр	ШР	СШР	2РТ	Р
Допустимая кратковременная одноразовая перегрузка, %	100 в течение 5 *мин*			
Переходное сопротивление контактов (при номинальной силе тока), *ом*:				
контакт d=1,5 *мм* (10 *а*)	0,0025	—	0,0025	—
контакт d=2,5 *мм* (25 *а*)	0,001	0,001	0,001	—
контакт d=3,5 *мм* (50 *а*)	0,0005	—	0,0005	—
контакт d=5,5 *мм* (100 *а*)	0,0003	—	0,0003	—
контакт d=9 *мм* (200 *а*)	0,00015	—	0,00015	—
Переходное сопротивление всех стыков собранного разъема, не более, *ом*		0,002		
Сопротивление изоляции, *Мом*:				
в нормальных условиях	Не менее 100	Не менее 100	20	Не менее 100
при высокой влажности	Не менее 10	Не менее 10	2	Не менее 10
при максимальной плюсовой температуре	Не менее 10	Не менее 10	2	Не менее 10
Электрическая прочность: в нормальных условиях	2100	2100	1500	3900
при высокой влажности, *в*	1200	1200	875	2700
Конструктивные данные: Негерметичный (колодка и вставка)	ШР	СШР	2РТ	Р
Герметичный	ШРГ	СШРГ	—	РГ
Герметичный проходной (левая вставка, проходник и вставка)	ШРГ-П	—	—	РГ-П
Габаритные размеры (по посадочному диаметру колодки со стороны хвостовиков контактов), *мм*:				
негерметичный	12, 16, 20, 28, 32, 36, 40, 48, 55, 60	28, 28, 32, 36, 48, 55, 60	12, 16, 20, 28, 32, 36, 40, 48, 55, 60	16, 20, 28, 32, 36, 40, 48, 55, 60
герметичный	16, 20, 28, 32, 36, 40, 48, 55, 60	20, 28, 32, 36, 48, 55, 60	—	20, 28, 32, 36, 40, 48
герметичный проходной	20, 32, 40, 48, 55	—	—	20, 28, 32, 36, 40, 48

Параметр	ШР	СШР	2РТ	Р
Вид корпуса:				
прямой	П	П	П	П
угловой	У	У	У	У
прямой кабельный	ПК	—	ПК	ПК
угловой кабельный	УК	—	УК	УК
обратный угловой кабельный	СК	—	СК	СК
двойной угловой кабельный	ДК	—	ДК	ДК
прямой кабельный проходной	ПКП	—	—	ПКП
угловой кабельный проходной	—	—	—	УКП
обратный угловой кабельный проходной	—	—	—	СКП
двойной угловой кабельный проходной	—	—	—	ДКП
Число контактов:				
негерметичные (ШР, СШР, 2РТ, Р)	1—47	2—50	1—47	1—47
герметичные (ШРГ, СШРГ, РГ)	1—47	2—50	—	4—28
герметичные проходные (ШРГ—П, РГ—П)	4—31	—	—	4—28
Вид кабеля:				
экранированный	Э	Э	Э	Э
неэкранированный	Н	—	Н	Н
Вид контакта, расположенного в колодке:				
негерметичный	Ш, Г	Ш, Г	Ш, Г	Ш, Г
герметичный	Ш	Ш, Г	—	Ш
герметичный, проходной (штырь—Ш, гнездо—Г)	Ш	—	—	Ш
Усилие расчленения контактной пары, *кг*:				
1,5 *мм*	0,5—1,0			
2,5 *мм* (для СШР)	0,4—0,7			
2,5 *мм*	0,6—1,2			
3,5 *мм*	0,8—1,5			
5,5 *мм*	1,2—2,5			
9 *мм*	2,5—5,0			
Способ сочленения и расчленения	Автоматический при навинчивании и отвинчивании соединительной гайки от руки			
Способ фиксации сочлененного положения	Контровка соединительной гайки проволокой			

Параметр	ШР	СШР	2РТ	Р
Взаимозаменяемость	Полная, однотипных разъемов в каждой серии; между сериями—ШР с 2РТ			
Срок службы	8,5 лет (в том числе один год полевого хранения)			
Диаметр отверстий в хвостовиках контактов, *мм*:				
1,5	2 для Р1,5			
2,5	2,7			
3,5	5,3			
5,5	9			
9	12			

Примечание. Усилие сочленения-расчленения колодки со вставкой определяется как суммарное усилие от всех контактов. В проходных разъемах величина переходного сопротивления удваивается.





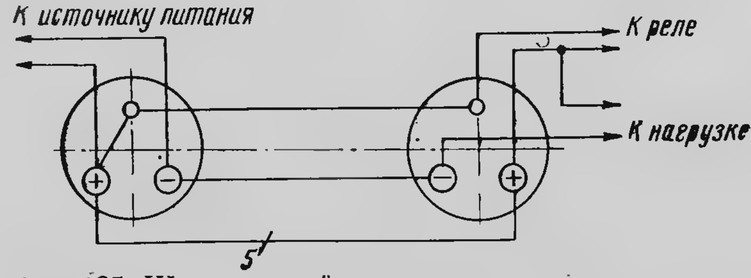


Рис. 125. Штепсельный разъем аэродромного питания ШРАП-500:
1 — общий вид; *2* — розетка; *3* — штепсельный разъем в разрезе; *4* — крышка; *5* — электрическая схема

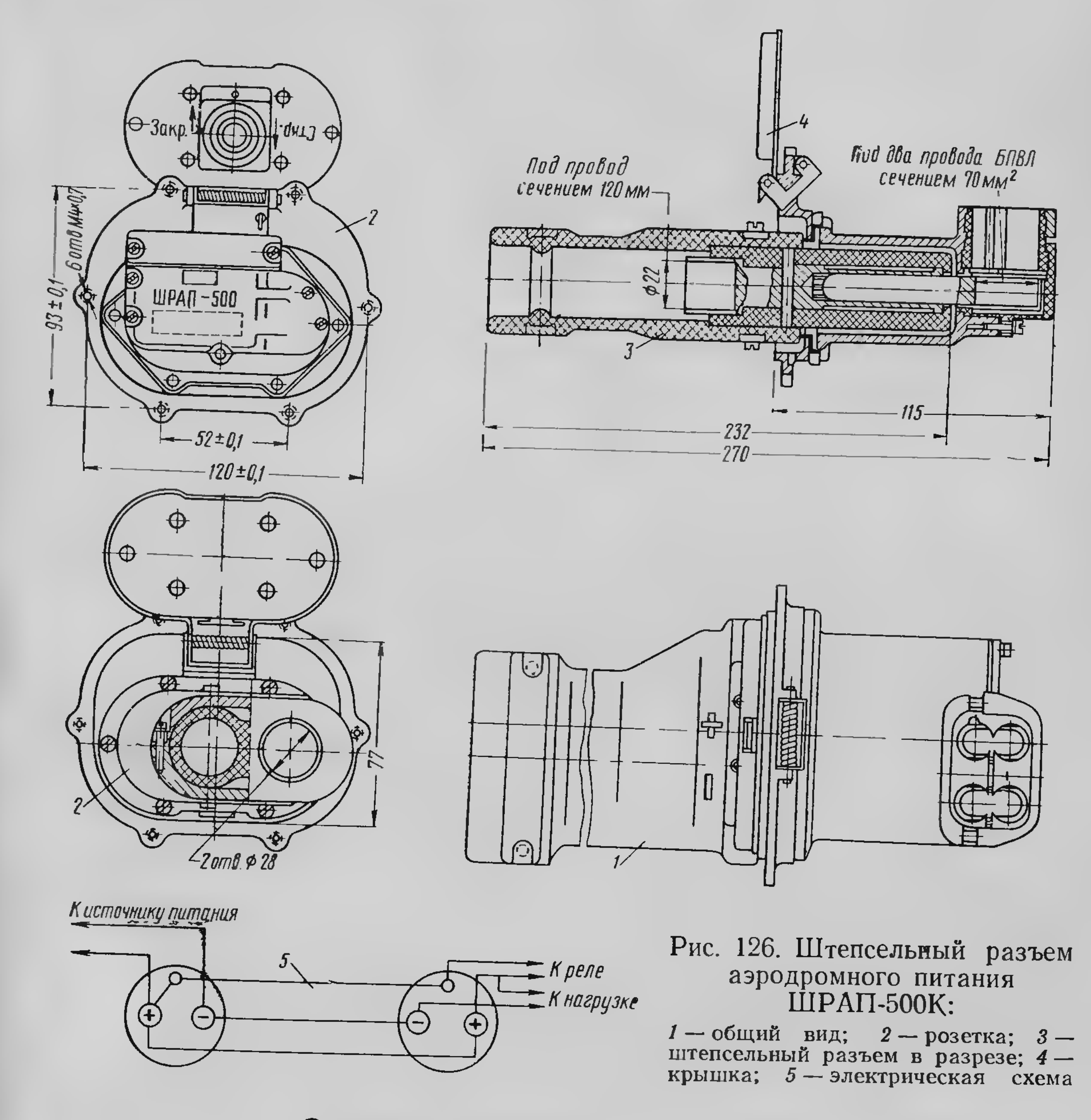


Рис. 126. Штепсельный разъем аэродромного питания ШРАП-500К:
1 — общий вид; *2* — розетка; *3* — штепсельный разъем в разрезе; *4* — крышка; *5* — электрическая схема

Заделка проводов и жгутов в штепсельные разъемы

Заделку проводов и жгутов в штепсельные разъемы начинают с подготовки к пайке и зачистке концов каждого в отдельности провода. Изоляцию на конце провода зачищают термоэлектроножом. Облуживание и пайку очищенных концов на проводах, хвостовиках гнезд и штырьков в ШР производят припоем ПОС-40 и канифолью. Остатки канифоли после пайки удаляют бензино-ацетоновой смесью БА=90/10. Места пайки закрашивают цапон-лаком красного цвета (ГОСТ 5236—50 № 956).

При заделке двух проводов в один контакт ШР оголенные концы жил скрутить, облудить и припаять. Перемычки между клеммами ШР следует делать длинными, чтобы они входили в жгут. Перед пайкой на провода надеть бирку.

Выполнение заделки в штепсельные разъемы жгутов и кабелей электропроводов производить после контроля пайки каждого провода.

Пайка натянутых проводов не допускается. Электроизоляционные полихлорвиниловые трубки подбираются в зависимости от диаметров провода или хвостовика-контакта (табл. 109). При заделке проводов:

бандаж накладывается на расстоянии 2—2,5 длины хвостовика контакта от изолятора разъема;

Таблица 109

Размеры полихлорвиниловых трубок для проводов и штепсельных разъемов

Наружный диаметр провода (с изоляцией), *мм*	Наружный диаметр хвостовика контакта в ШР, *мм*	Внутренний диаметр трубки, *мм*	Длина трубки, *мм*
2,4	2,15	2,5	
2,9	3	3	
3,3	3,3	3,5	
3,9	4	4	16
4,9	6	6	
5,9	6,5	7	
11,0	11	12	
13,0		16	20
17,0	15	16	

Примечание. Длина трубок для герметических колодок с силовыми контактами при d=5,5 и 9 *мм* равна соответственно 30 и 40 *мм*.

обмотка войлоком или резиной производится в зависимости от величины отверстия неэкранированной гайки с таким расчетом, чтобы после навинчивания ее войлок (резина) оказался под прижимом;

контровка накидной гайки с гайкой для экранированных проводов или с винтом хомута гайки для неэкранированных проводов производится через винт патрубка после сочленения колодки со вставкой;

в жгутах, состоящих из экранированных или смешанных (экранированных и неэкранированных) проводов, все экраны проводов заземляются с обоих концов жгута. Допускается заземление экрана провода с одной стороны, если длина экранированного провода не превышает 400 *мм*;

заземление экранов проводов производится на шайбу или на корпус разъема через наконечники.

Пайку теплостойких проводов в разъемы типа ШР производят оловом, а в разъемы 2РТ или 2РМ — припоем ПСР-2, 5.

Перед пайкой в штепсельные разъемы проводов сечением от 3 *мм*² и более клеммы разъема следует заполнить оловом О2; О3, а провода лудить с торца.

Удаление жил на концах проводов сечением 0,35—1,25 *мм*² не допускается, для проводов сечением больше 1,25 *мм*² допускается удаление не более 25% жил. В этом случае пайку проводов производят так, чтобы наплыв припоя захватил места удаленных жил.

Перед распайкой проводов необходимо надеть на электрожгут гайку штепсельного разъема и защитный чехол на блочную часть, если она установлена.

Прочность пайки проводов на разрыв проверяется с помощью пробных образцов. Значения разрывных усилий должны укладываться в величины, приведенные в табл. 104.

При заделке электрожгута, состоящего из экранированных проводов в общей дополнительной экранирующей плетенке, в экранированный штепсельный разъем на концы плетенки надеваются бандаж из ниток и бирка на каждый провод. Для обеспечения надежного контакта экранированных проводов жгута со штепсельным разъемом на жгут надевается дополнительная плетенка, которая припаивается к футорке, конец дополнительной плетенки на расстоянии 100—150 *мм* от штепсельного разъема закрепляется бандажом.

Металлические плетенки экранированных проводов, проложенных в жгуте вместе с неэкранированными проводами, должны быть на конце соединены с корпусом штепсельного разъема, для чего необходимо:

освободить экранирующие плетенки на расстоянии 5 *мм* от штырей штепсельного разъема, пропустить провода сквозь плетенку и наложить бандаж;

вывести экранирующие плетенки из штепсельного разъема и заплести их в «косу» длиной в 60 *мм*; количество плетенок в «косе» допускается до 8 шт.;

конец «косы» заделать в наконечник, наконечник обжать, плетенку у наконечника опаять припоем ПОС-40;

зачистить соприкасающиеся между собой поверхности гайки и корпуса штепсельного разъема;

наконечник с экранирующей плетенкой закрепить к корпусу штепсельного разъема.

После подсоединения и заделки проводов штепсельный разъем пломбируют.

Независимо от типа заделки электрожгутов в штепсельные разъемы должны соблюдаться следующие правила.

Если наружный диаметр штыря больше диаметра подходящего к нему провода, диаметр хлорвиниловой трубки-бирки подбирается по диаметру штыря штепсельного разъема. Для штепсельных разъемов, имеющих для зажима скобы гайку, после пайки на провода необходимо надеть хлорвиниловые трубки-бирки;

в месте зажима скобой гайки штепсельного разъема провода обернуть в 2—4 слоя войлоком шириной 25 *мм*.

На расстоянии 20—25 *мм* от гайки штепсельного разъема наложить бандаж из ниток.

При заделке проводов в малогабаритные штепсельные разъемы резиновую втулку и металлическую шайбу между резиновой втулкой и гайкой разрешается не устанавливать. Длина бирки должна быть 10 *мм*.

Если невозможно установить бирки на провода внутри штепсельного разъема, их необходимо равномерно распределить на проводах на расстоянии 100—150 *мм* от хвостовика разъема.

При заделке неэкранированных проводов в штепсельные разъемы типов 2РМ и 2РМД следует, отступив от бирок на 10—15 *мм*, наложить бандаж из ниток, а в месте прохода проводов через зажимы штепсельного разъема обернуть их войлоком шириной 15 *мм*. После затяжки винтов зажима войлок и провода не должны перемещаться.

При заделке смешанного электрожгута, состоящего из экранированных и неэкранированных проводов, необходимо:

наложить на экранирующие плетенки проводов бандаж на расстоянии 5—10 *мм* от бирки;

установить дополнительную экранирующую плетенку;

конец плетенки заделать в наконечник;

проложить войлок под зажимные кольца.

В штепсельных разъемах, где зажимные кольца при затягивании неплотно подходят к корпусу разъема, устанавливать по одной распорной втулке (в разъемах 2РМ-18 и 2РМ-22 устанавливать по одной шайбе 3401А-1-3-6).

Заделку экрана у проводов РКУ-63 в малогабаритных штепсельных разъемах необходимо производить следующим образом:

все плетенки проводов, выводимые на корпус, соединяются между собой проводом МГШВ (d=0,5—0,75), а последний провод делается из плетенки и выводится на корпус разъема. Если провод РКУ-63 имеет незаземленный экран, то провод, припаиваемый к плетенке, вводится в штепсельный разъем и припаивается к соответствующей клемме.

Пайка провода МГШВ к экрану производится следующим образом:

на расстоянии 150—160 *мм* от хвостовика штепсельного разъема в наружной изоляции провода РКУ-63 делается лунка. К обнажившейся плетенке припаивается провод МГШВ или плетенка. Место пайки обматывается черными нитками с последующим промазыванием поверхности клеем БФ-4.

При пайке необходимо следить за тем, чтобы не расплавить внутреннюю изоляцию проводов. После пайки следует проверить сопротивление изоляции между плетенкой и центральной жилой с помощью мегомметра М-1101 с напряжением 500 *в*; сопротивление должно быть не менее 10 *Мом*.

Защита проводов при заделке их в штепсельный разъем осуществляется с помощью хлорвиниловых трубок, чехлов, лент, которые должны закрывать электрожгут, начиная от места заделки в разъеме до места первой точки крепления его к деталям конструкции объекта, и крепится хомутом (скобой) в этом месте.

На провода электрожгутов под чехлом, трубкой или лентой бандажи не устанавливают. Чтобы исключить возможность отрыва проводов в месте их пайки к клеммам разъема (при обмотке жгута войлоком и затяжке накидной гайкой), необходимо обеспечить соосность (параллельность) проводов жгута и клемм разъема. При всех видах заделки штепсельных разъемов ШР и ШРГ, если они не заливаются герметиком, между щечками корпуса этих разъемов прокладывается лента (УЛТУ МХП 3573—54).

При заделке проводов РК-63 и РКУ-63 в прямые штепсельные разъемы вязка жгута производится на расстоянии 1—1,5 *м* от штепсельного разъема после заливки разъема герметиком.

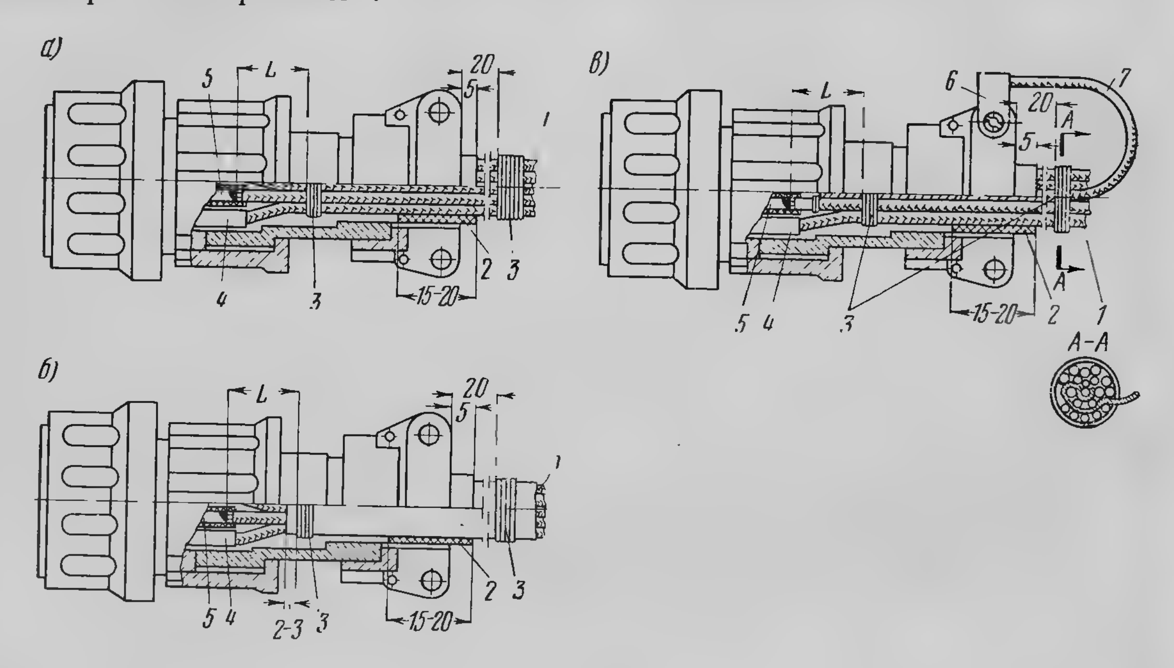


Рис. 127.

а — заделка незащищенного электрожгута в неэкранированный разъем с числом контактов не более 10:

1 — провод; *2* — прокладочный материал; *3* — бандаж; *4* — хлорвиниловая трубка-бирка; *5* — контактный штырь

б — заделка защищенного электрожгута в неэкранированный разъем:

1 — провод; *2* — прокладочный материал; *3* — бандаж; *4* — хлорвиниловая трубка-бирка; *5* — контактный штырь

в — заделка смешанного электрожгута в неэкранированный разъем с узлом металлизации:

1 — провод; *2* — прокладочный материал; *3* — бандаж; *4* — хлорвиниловая трубка-бирка; *5* — контактный штырь; *6* — наконечник; *7* — плетенка экранирующая

Места зажима провода хомутом штепсельного разъема обертывают войлоком. После затяжки винтов хомута войлок и провода не должны перемещаться.

В штепсельных разъемах типа 2РТ, устанавливаемых в зоне высоких температур вместо войлока, прокладывается теплостойкий материал (асбест, специальная ткань).

Заделка проводов в штепсельный разъем термоизвещателя производится следующим образом: на провода надевают хлорвиниловую трубку длиной 150 *мм*, один конец трубки надевают на ниппель разъема и закрепляют бандажом, другой конец закрепляют бандажом на расстоянии 5 *мм* от края. Провода, подходящие к датчику термоизвещателя, поверх хлорвиниловой трубки обматывают лентой (ЛАС-25) и асбестовой лентой (ТУ-147-Н).

Заделка проводов и электрожгутов к различным штепсельным разъемам по типовым узлам показана на рис. 127—146.

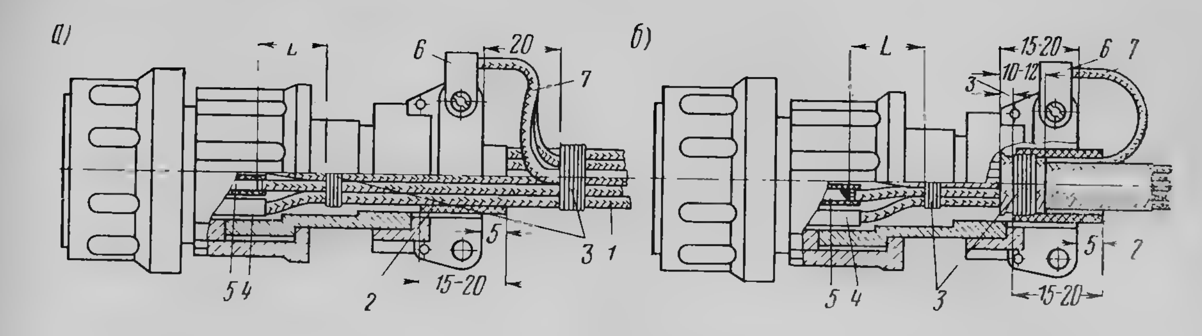


Рис. 128.

а — заделка смешанного электрожгута в неэкранированный разъем с выводом на металлизацию «косички»;

1 — провод; *2* — прокладочный материал; *3* — бандаж; *4* — хлорвиниловая трубка-бирка; *5* — контактный штырь; *6* — наконечник; *7* — плетенка экранирующая;

б — заделка экранированного электрожгута в неэкранированный разъем;

1 — провод; *2* — прокладочный материал; *3* — бандаж; *4* — хлорвиниловая трубка-бирка; *5* — контактный штырь; *6* — наконечник; *7* — плетенка экранирующая

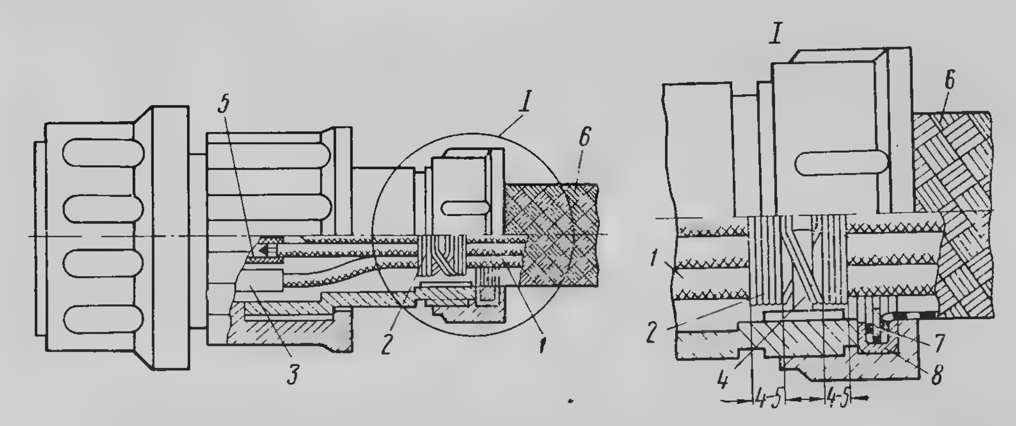


Рис. 129. Заделка экранированного электрожгута в экранированный разъем:

1 — провод; *2* — бандаж из ниток; *3* — хлорвиниловая трубка-бирка; *4* — фиксатор; *5* — контактный штырь; *6* — экранирующий рукав; *7* — шайба; *8* — шайба обжимная

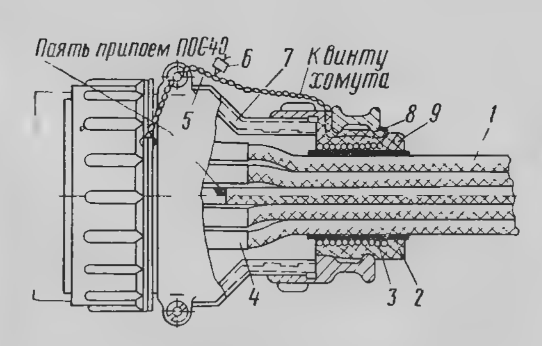


Рис. 130. Заделка в штепсельные разъемы электрожгутов неэкранированных с числом контактов не более 10:

1 — провод; *2* — лакоткань ЛШ-1 или ЛХ-1; *3* — бандаж из ниток; *4* — хлорвиниловая трубка; *5* — проволока КО 0,5; *6* — пломба; *7* — уплотнительная лента У-20А в разъеме; *8* — войлок или резина; *9* — войлок или резина

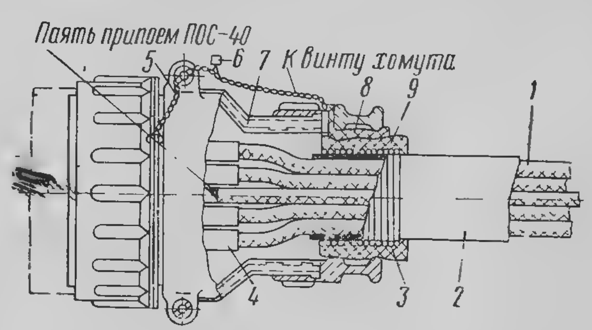


Рис. 131. Заделка в штепсельные разъемы неэкранированных готовых кабелей:

1 — провод; *2* — кабель; *3* — бандаж из ниток; *4* — хлорвиниловая трубка; *5* — проволока КО 0,5; *6* — пломба; *7* — уплотнительная лента У-20А в разъеме; *8* — войлок или резина; *9* — войлок или резина

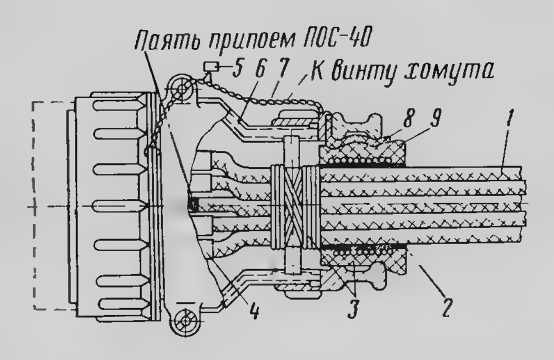


Рис. 132. Заделка во вставки штепсельных разъемов неэкранированных электрожгутов, состоящих в основном из проводов сечением 0,35—0,75 *мм*²:

1 — провод; *2* — лакоткань ЛШ-1 или ЛХ-1; *3* — бандаж из ниток; *4* — хлорвиниловая трубка; *5* — пломба; *6* — уплотнительная лента У-20А в разъеме; *7* — проволока КО 0,5; *8* — войлок или резина (толщиной 2—2,5 *мм*, шириной 25—30 *мм*); *9* — войлок или резина (толщиной 1,5 — 6 *мм*, шириной 15—30 *мм*)

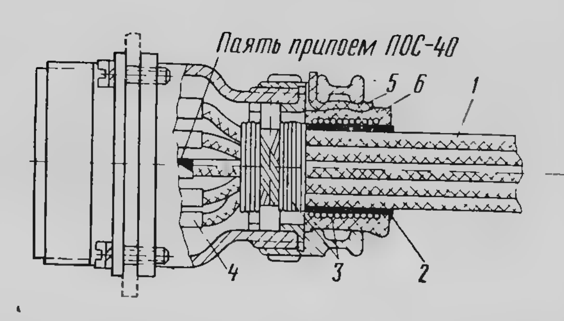


Рис. 133. Заделка в колодки штепсельных разъемов неэкранированных электрожгутов, состоящих в основном из проводов сечением 0,35—0,75 *мм*²:

1 — провод; *2* — лакоткань ЛШ-1 или ЛХ-1 (толщиной 0,15 в два слоя, шириной 25 *мм*); *3* — бандаж из ниток; *4* — хлорвиниловая трубка; *5* — войлок или резина (толщиной 2—2,5 *мм*; шириной 25—30 *мм*); *6* — войлок или резина (толщиной 1—6 *мм*, шириной 15—20 *мм*)

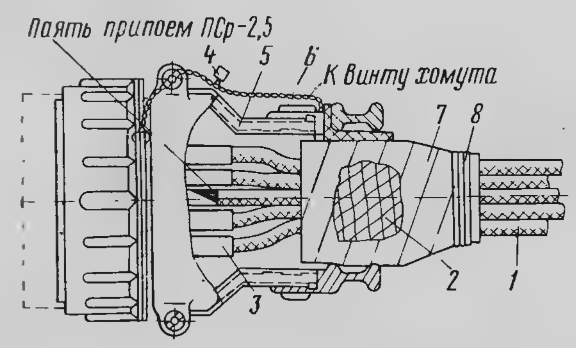


Рис. 134. Заделка в штепсельные разъемы типа 2РТ неэкранированных электрожгутов, выполненных из проводов, сечением более 0,75 *мм*²:

1 — провод; *2* — шнур асбестовый d=3 *мм* или резиностеклоткань ЛСКР; *3* — хлорвиниловая трубка; *4* — пломба; *5* — стеклолента липкая в разъеме; *6* — проволока; *7* — резина марки 14Р-2; *8* — проволока КО 0,5

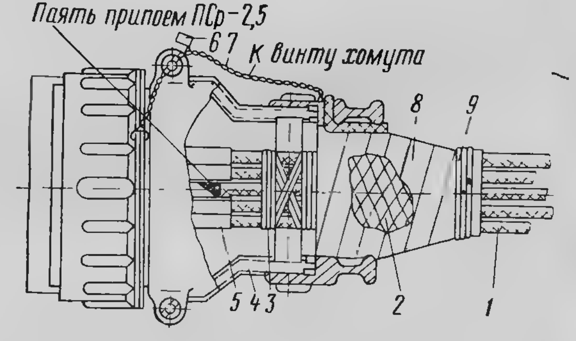


Рис. 135. Заделка в штепсельные разъемы типа 2РТ неэкранированных электрожгутов, выполненных в основном из тонких проводов, сечением 0,35—0,75 *мм*²:

1 — провод; *2* — шнур асбестовый d=3 *мм* или резиностеклоткань ЛСКР; *3* — бандаж из стеклянного чулка АСЭЧ(*б*) d=2 *мм*, покрытый эмалью К-1АЛ; *4* — стеклолента липкая в разъеме; *5* — хлорвиниловая трубка; *6* — пломба; *7* — проволока; *8* — резина 14р-2 (толщиной 2 *мм*, шириной 25—30 *мм*); *9* — проволока КО 0,5

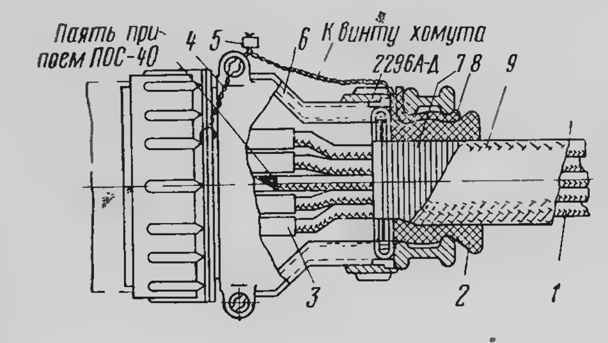


Рис. 136. Заделка в штепсельные разъемы экранированных электрожгутов и готовых кабелей с креплением хомутом и применением войлочных прокладок:

1 — провод; *2* — войлок или резина толщиной 1,5—6 *мм*, шириной 15—30 *мм*; *3* — хлорвиниловая трубка; *4* — проволока КО 05; *5* — пломба; *6* — уплотнительная лента У-20А в разъеме; *7* — бандаж (по 275АТ-3А); *8* — войлок или резина толщиной 2—2,5 *мм*, шириной 25—30 *мм*; *9* — плетенка холостая

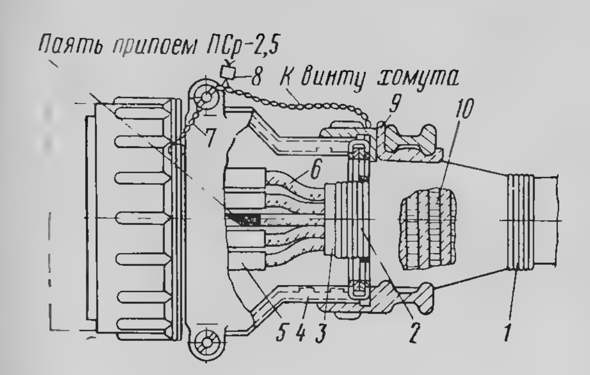


Рис. 137. Заделка в штепсельные разъемы 2РТ экранированных электрожгутов:

1 — проволока КО 0,5; *2* — бандаж из стеклянного чулка АСЭЧ (*б*) d=2 *мм*, покрытого эмалью К-1АЛ; *3* — стеклолента или резина 14р-2; *4* — стеклолента липкая в разъеме; *5* — хлорвиниловая трубка; *6* — провод; *7* — проволока КО 0,5; *8* — пломба; *9* — резина 14р-2 толщиной 2 *мм*, шириной 25—30 *мм*; *10* — шнур асбестовый d=3 *мм* или резиностеклоткань ЛСКР

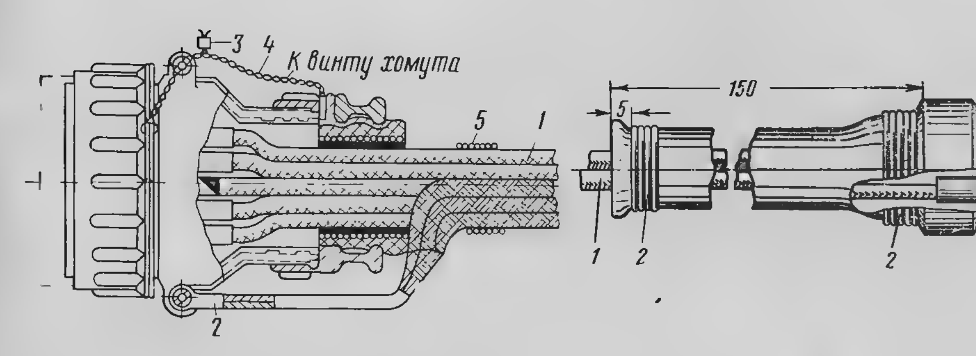


Рис. 138. Заземление экранирующих шлангов (плетенки) электрожгутов штепсельных разъемов на корпус через наконечник:

1 — провод; *2* — наконечники (6091с54 или 6092с54); *3* — пломба; *4* — проволока КО 0,5; *5* — бандаж из ниток № 00; 8—12 витков, покрытых клеем АК-20 или из ниток «Маккей» при большом диаметре жгута

Рис. 139. Заделка проводов в штепсельный разъем термоизвещателя:

1 — провод; *2* — бандаж; *3* — хлорвиниловая трубка-бирка

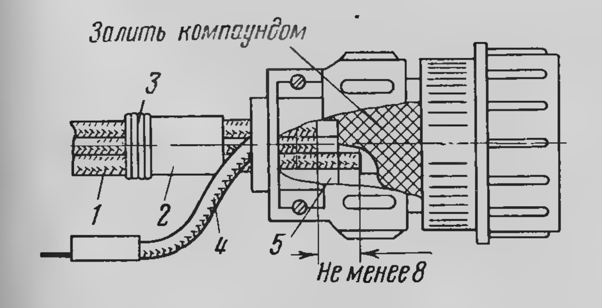


Рис. 140. Заделка электрожгута в штепсельный разъем топливомера (датчика, усилителя):

1 — провод; *2* — хлорвиниловая трубка-бирка; *3* — бандаж из ниток «Маккей»; *4* — экранирующий шланг (плетенка) проводов; *5* — резиновая шайба из штепсельного разъема (снять и не устанавливать)

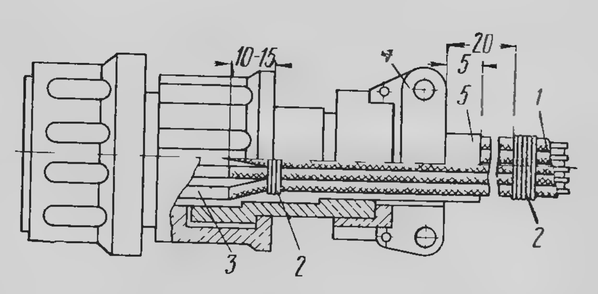


Рис. 141. Заделка неэкранированных проводов в малогабаритные штепсельные разъемы 2РМ и 2РМД:

1 — провод; *2* — бандаж из ниток № 00 (6—10 витков); *3* — хлорвиниловая трубка-бирка; *4* — прижим разъема; *5* — войлок Л 2,5

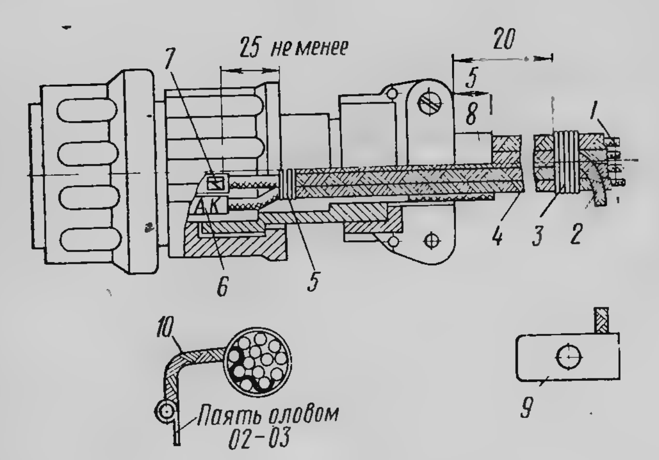


Рис. 142. Заделка экранированных проводов в малогабаритные штепсельные разъемы 2РМ и 2РМД:

1 — провод; *2* — дополнительная экранирующая плетенка; *3* — бандаж из ниток № 00; *4* — экранирующая плетенка; *5* — бандаж из ниток № 00; *6* — хлорвиниловая трубка-бирка; *7* — клемма ШР; *8* — войлок; *9* — наконечник; *10* — заделка дополнительной экранирующей плетенки

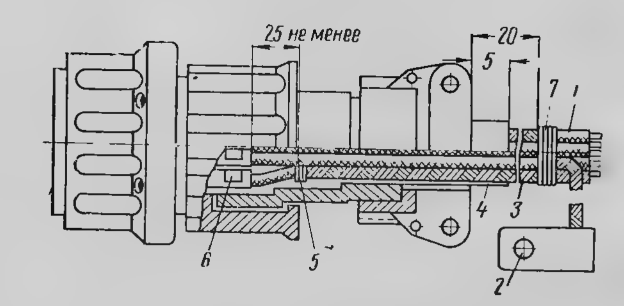


Рис. 143. Заделка смешанного электрожгута из экранированных и неэкранированных проводов в малогабаритные штепсельные разъемы типа 2РМ и 2РМД:

1 — провод; *2* — наконечник; *3* — экранирующая плетенка; *4* — войлок Л 2,5 (Л4); *5* — бандаж из ниток № 10; *6* — клемма ШР; *7* — бандаж из ниток № 00

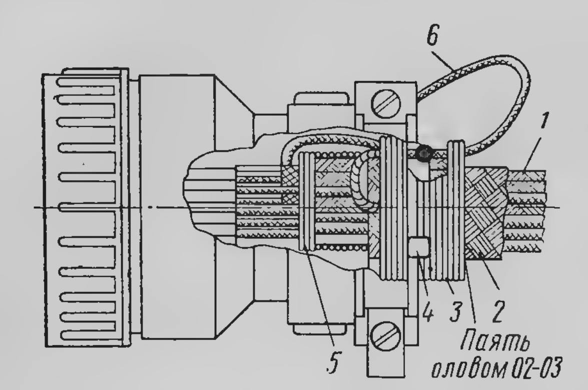
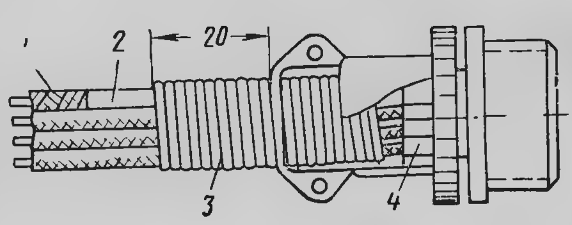


Рис. 144. Заделка проводов в общем экранированном шланге в малогабаритные штепсельные разъемы типов 2РМ-18, 2РМ-22 и аналогичных типов:

1 — провод; *2* — общий экранирующий шланг; *3* — бандаж из ниток «Маккей»; *4* — лента изоляционная; *5* — бандаж из ниток черных № 00; *6* — экранирующая плетенка, заделанная в наконечник

Рис. 145. Заделка проводов в малогабаритные штепсельные разъемы с числом клемм до 10:

1 — провод; *2* — хлорвиниловая трубка-бирка; *3* — бандаж из ниток черных № 00, покрытых лаком БТ-99 (резиновую втулку разрешается не устанавливать); *4* — хлорвиниловая защитная трубка (*l*=10 *мм*) без маркировки



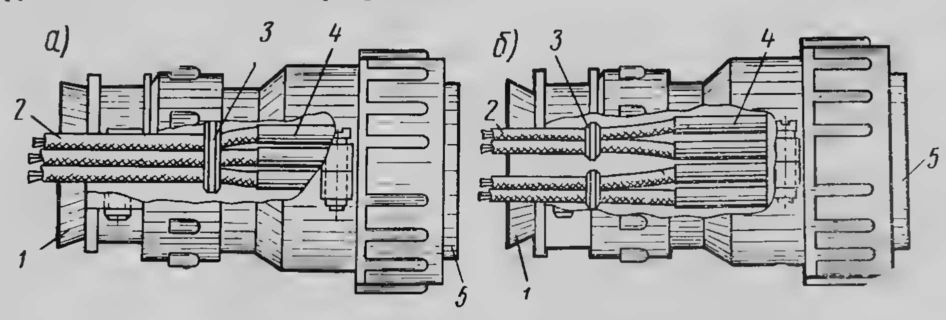


Рис. 146. Завязка проводов в штепсельных разъемах: *а* — с числом клемм до 12; *б* — многоклеммных:

1 — войлок Л4 (шириной 25 *мм*); *2* — провод; *3* — бандаж из ниток № 00, 4—5 витков; *4* — хлорвиниловая трубка-бирка; *5* — штепсельный разъем

Заделка кабелей и электрожгутов в штепсельные разъемы ШР, ШРГ, СШР, Р, 2РТ, 2РМ и 2РМД

К заделке электрожгутов, кабелей и отдельных проводов в разъемы ШР, ШРГ, СШР, Р и 2РТ предъявляются следующие основные требования:

надежность пайки проводов к хвостовикам контактов;

прочное крепление припаянных проводов, жгутов и кабелей к штепсельным разъемам (в местах их выхода из разъемов);

максимальная защита внутренней полости разъемов от воздействия на контакты и изоляцию внешней среды.

Заделка жгутов бортовой электрической сети объекта в штепсельные разъемы типов 2РМ и 2РМД для работы при температуре до 200° С производится по нормали 834АТ.

Перечень материалов, применяемых для заделки в штепсельные разъемы жгутов, кабелей и электропроводов, приведен в табл. 110.

Таблица 110

Материалы, применяемые для заделки жгутов, кабелей и электропроводов в штепсельные разъемы

Материал	Марка	ГОСТ, ТУ
Проволока	КО, КС	ГОСТ 792—41
Припой	ПОС-40, ПСр2,5	ГОСТ 1499—54, ГОСТ 8190—56
Лак (эмаль) термостойкий	К-1	ТУ МХП ЕУ 168—58
Клеи	АК-20, БФ-4	МРТУБ-10-581—64
Трубки и ленты из полихлорвинилового пластиката	—	МРТУБ-05-919—63
Лакоткань хлопчатобумажная и шелковая	ЛШ1, ЛХ1	ГОСТ 2314—60
Чулки авиационные из стеклянного волокна	АСЭ4(б)	ТУ МПЛ 1503—48
Плетенка одинарная	—	СТУ-36-05-061—51
Войлок технический	—	ГОСТ 288—61
Смеси резиновые	4611	МРТУ 38-5 1166—64
Нитки	Маккей	ОСТ 30016
Резина	14р-2	ТУ МХП УТ-741—57
Лента уплотнительная	У-20А	ТУ МХП 3573—54
Стеклолента изоляционная липкая	—	ГОСТ 10156—62
Резиностеклоткань	ЛСКР-0,20	ТУ ОЭПП 503 094—59
Шнур асбестовый	—	ГОСТ 1779—55

Контровка и пломбирование штепсельных разъемов

Применяются три способа контровки и пломбирования штепсельных разъемов серий ШР, СШР, 2РТ, Р, 2РТТ, ШРН, 2РМ, 2РМД, ШПЛМ, ТШПЛМ (нормаль 714АТ): контровка штепсельных разъемов с последующим пломбированием; контровка штепсельных разъемов с последующим пломбированием и закреплением концов проволоки, выходящих из пломбы; контровка штепсельных разъемов без пломбирования.

На рис. 147—156 приведены виды и типы контровки штепсельных разъемов.

При контровке ШР всех типов, установленных в местах, где при эксплуатации возможны срывы или повреждения пломб, следует:

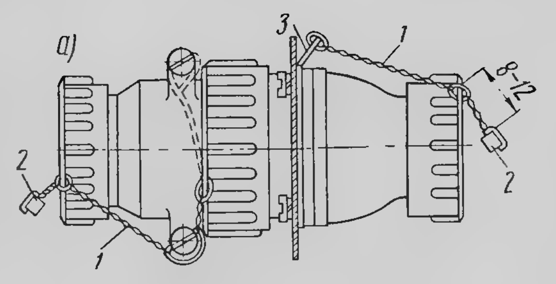
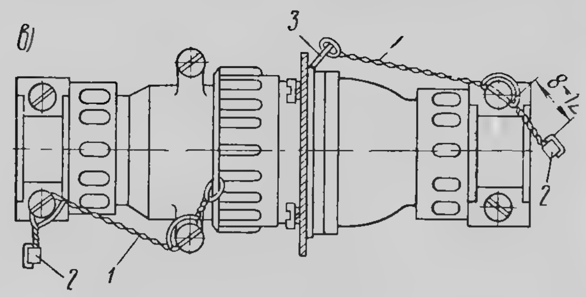
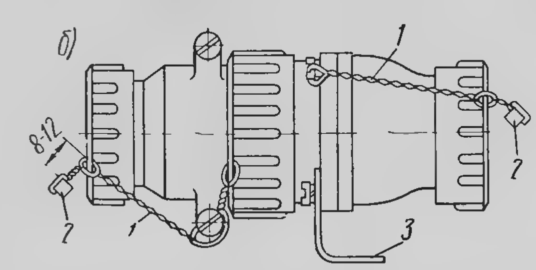




Рис. 147. Контровка штепсельных разъемов типов ШР, ШРГ, РГ, 2РТ, СШР:

а — вид контровки 1 (экранированные):

1 — проволока; 2 — пломба; 3 — пластина контровочная

б — вид контровки 2 (экранированные):

1 — проволока КО 0,5; 2 — пломба; 3 — крепежный кронштейн (деталь монтажа)

в — вид контровки 3 (неэкранированные):

1 — проволока; 2 — пломба; 3 — пластина контровочная

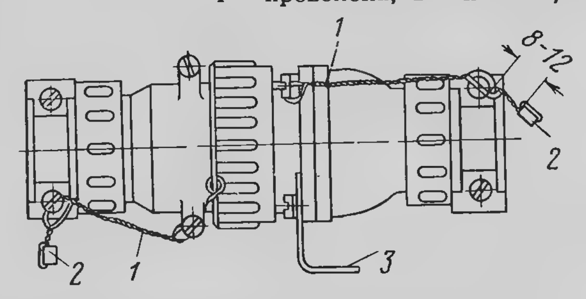


Рис. 148. Контровка штепсельных разъемов типов ШР, ШРГ, РГ, 2РТ, 2РТТ, СШР — неэкранированных (вид контровки — 4):

1 — проволока; 2 — пломба; 3 — крепежный кронштейн

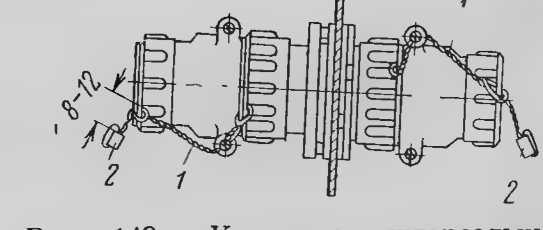


Рис. 149. Контровка штепсельных разъемов типов ШРГП, РГП — экранированных (вид контровки 5):

1 — проволока; 2 — пломба

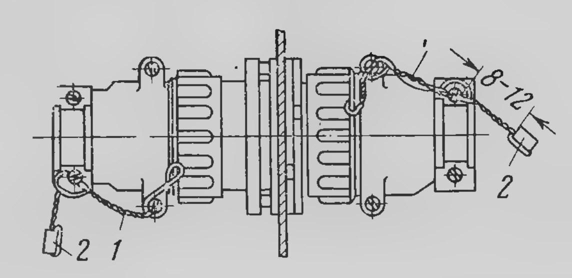


Рис. 150. Контровка штепсельных разъемов типов ШРГП, РГП — неэкранированных (вид контровки 6):

1 — проволока; 2 — пломба

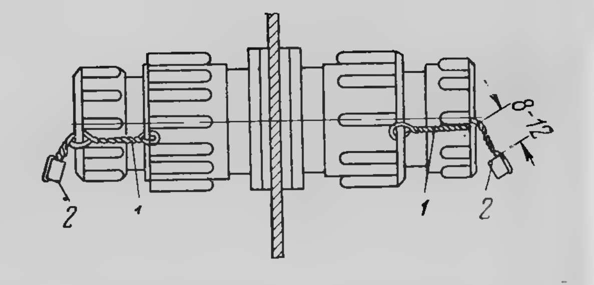
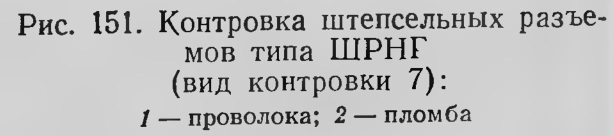


Рис. 151. Контровка штепсельных разъемов типа ШРНГ (вид контровки 7):

1 — проволока; 2 — пломба



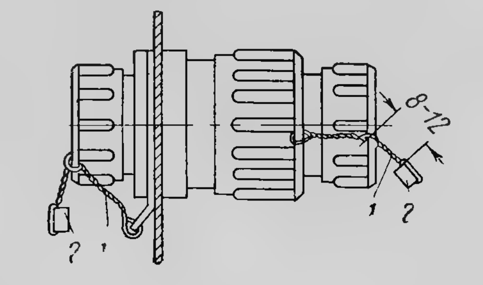


Рис. 152. Контровка штепсельных разъемов типа ШРН (вид контровки 8):

1 — проволока; 2 — пломба

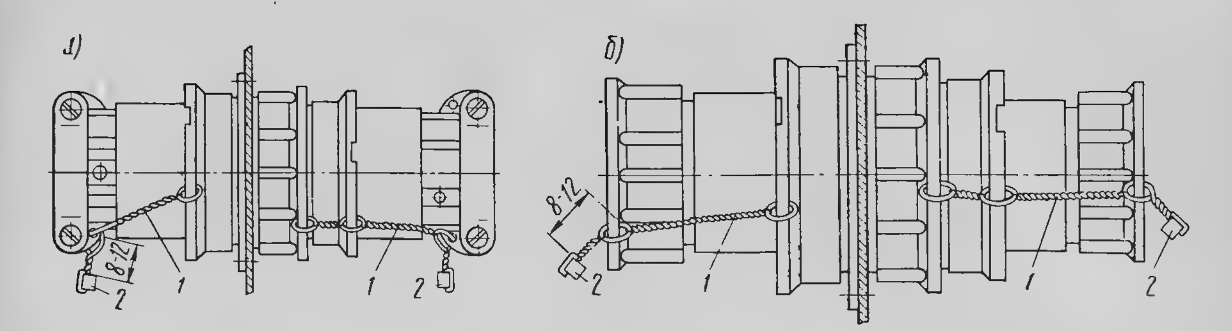


Рис. 153. Контровка штепсельных разъемов типов 2РМ, 2РМД, 2РМГ, 2РМГД, 2РМТ, 2РМДТ, РМГК:

а — вид контровки 9 (неэкранированные); *б* — вид контровки 10 (экранированные):

1 — проволока; 2 — пломба

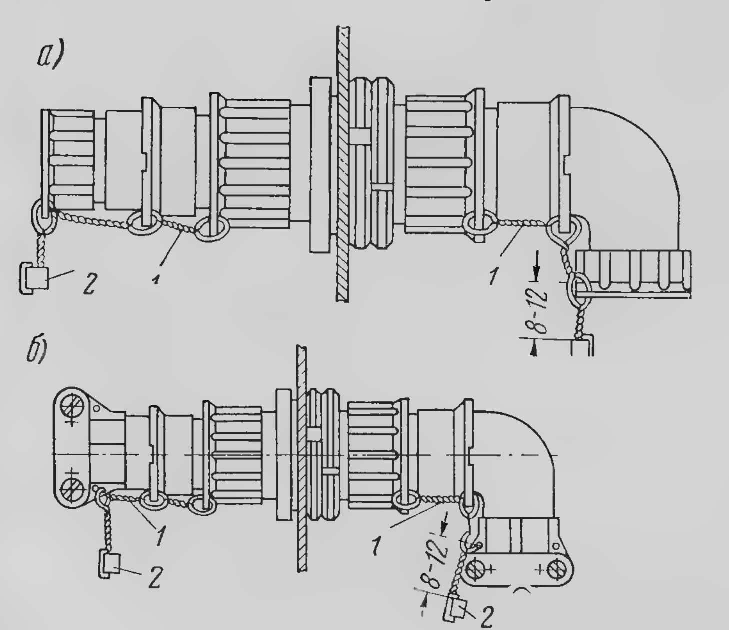


Рис. 154. Контровка штепсельных разъемов типов 2РМГП, 2РМГПД;

а — вид контровки 11 (экранированные); *б* — вид контровки 12 (неэкранированные);

1 — проволока; 2 — пломба

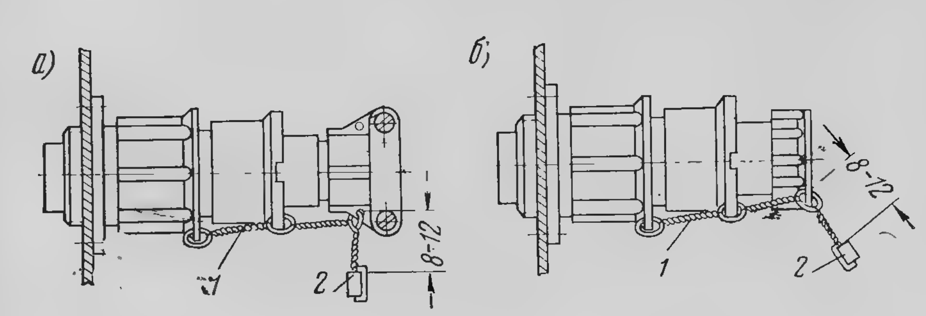


Рис. 155. Контровка штепсельных разъемов типов 2РМГС, 2РМР;

а — вид контровки 13 (неэкранированные); *б* — вид контровки 14 (экранированные):

1 — проволока; 2 — пломба

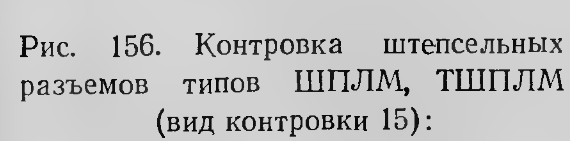


Рис. 156. Контровка штепсельных разъемов типов ШПЛМ, ТШПЛМ (вид контровки 15):

1 — проволока; 2 — пломба

а) один конец проволоки, выходящий из пломбы, пропустить между жилами контровочной проволоки, скрутить его с другим концом и прижать их к скрученной проволоке (вид контровки 1—15);

б) один конец проволоки длиной 8—12 *мм* после скрутки пропустить между жилами контровочной проволоки, скрутить его с другим концом и прижать их к скрученной проволоке (вид контровки 16), рис. 157.

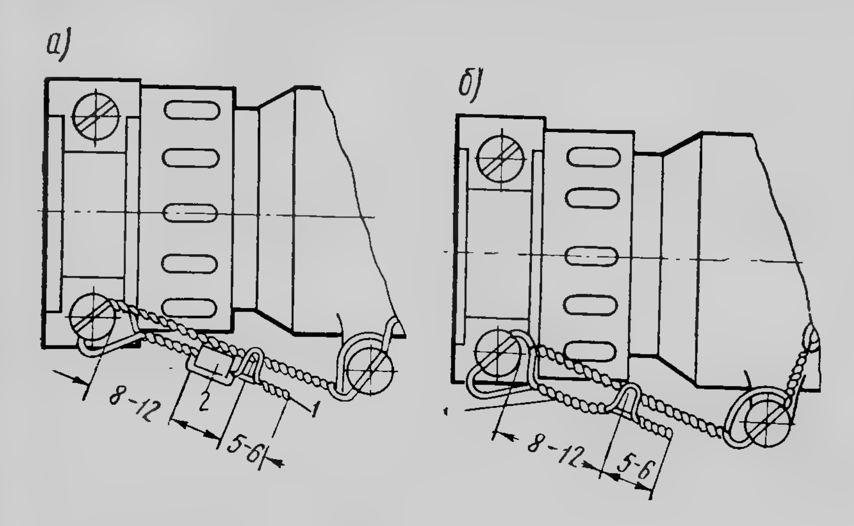
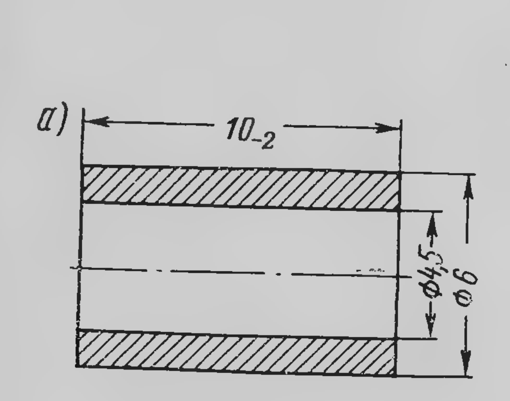


Рис. 157. Контровка штепсельных разъемов всех типов при установке их в местах, где возможны повреждения пломбы;
а — вид контровки с 1 по 15;
1 — проволока; *2* — пломба;
б — вид контровки 16 (без пломбы);
1 — проволока

Пломбирование штепсельных разъемов и другого бортового оборудования производится при помощи трубчатых (нормаль 2444А) и пластинчатых (нормаль 2445А) пломб.



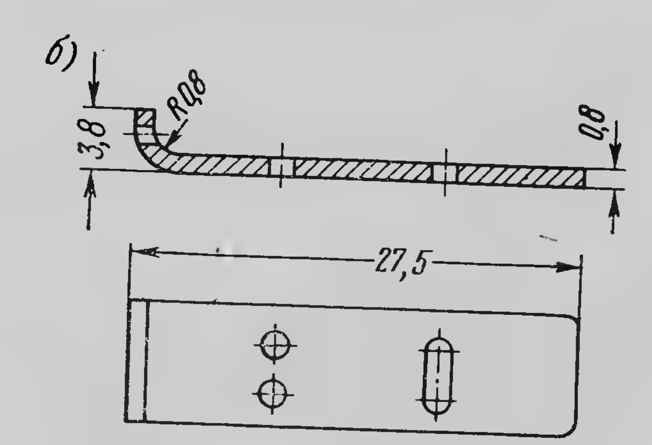


Рис. 158. Обозначение пломб:
а — 2444А; *б* — 2445А

Материалом для трубчатых пломб служит сплав АДМ (ГОСТ 4773—65). Разрешается также использовать отходы мягких (отожженных) труб и алюминиевых сплавов АВМ, АМгМ, АМцМ и АД1М. Заготовка пломбы подвергается анодному оксидированию (по инструкции ВИАМ № 265—64), а в отдельных случаях и дополнительной защите.

Для пластинчатых пломб применяется алюминиевый сплав марки АДМ (ГОСТ 7869—56).

После сплющивания трубчатой пломбы на ней не допускаются сквозные трещины. Для пломбирования применяется проволока КС (ГОСТ 792—41, $d=0,5$ *мм*, кадмированная по инструкции ВИАМ № 393—62). Для работы в условиях высо-

ких температур применяется проволока Х18Н9Т $d=1,0$ *мм* (ГОСТ 5548—50). На рис. 158 показаны обозначения трубчатой и пластинчатой пломб. На рис. 159 приведены примеры постановки пломб и клейма на них.

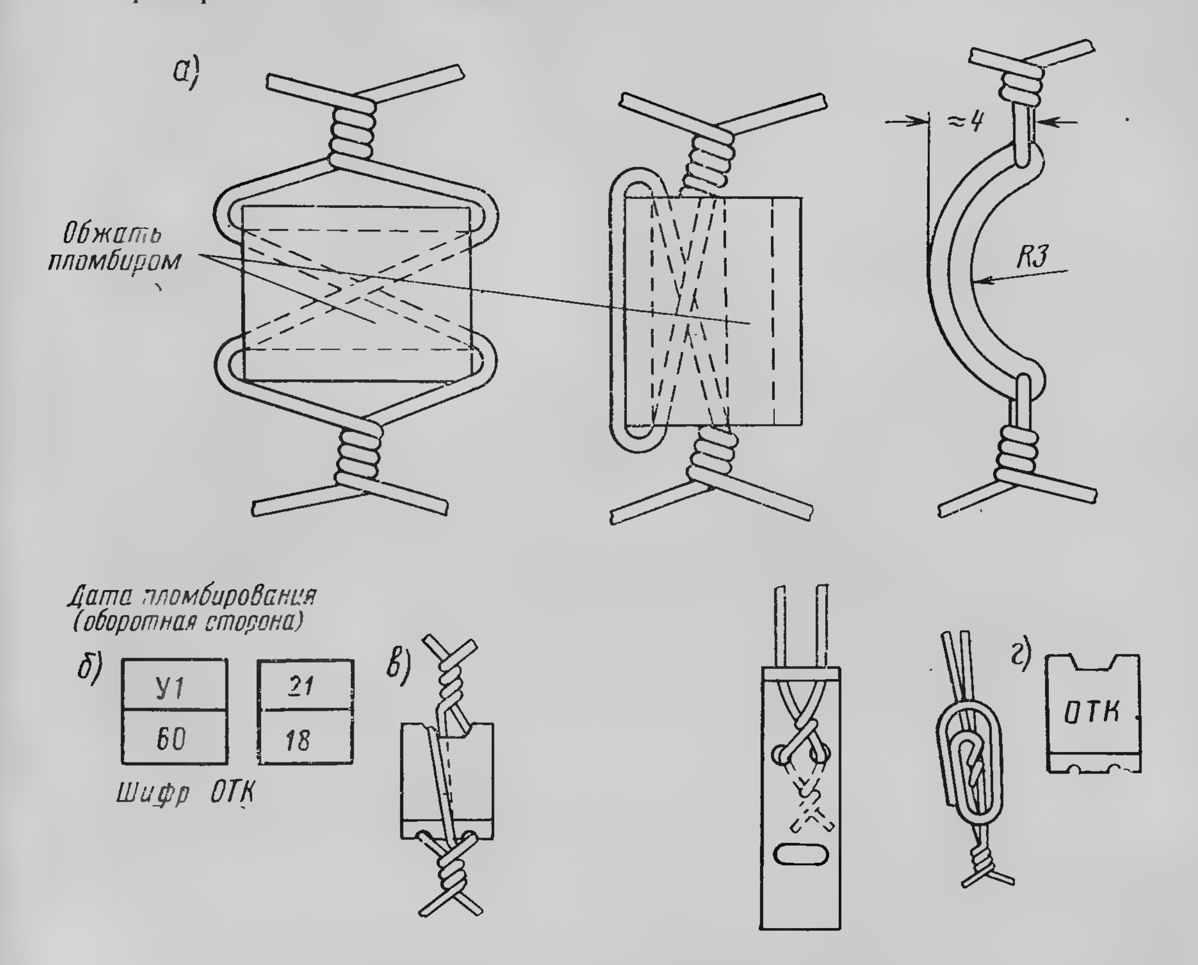


Рис. 159. Примеры постановки пломб и клейма на них:
а — трубчатая пломба; *б* — клеймо на трубчатой пломбе; *в* — пластинчатая пломба; *г* — клеймо на пластинчатой пломбе

ПРОКЛАДКА ЭЛЕКТРОЖГУТОВ

Крепление электрожгутов. Электрожгуты крепятся к элементам конструкции объекта хомутами, размер и шаг которых определяется диаметром жгута и местом его прокладки. Расстояние между хомутами должно быть в пределах 200—500 *мм*. Электрожгуты из теплостойких проводов крепятся хомутами 1666с50-Д-Ф. Для крепления электрожгутов внутри электрощитков, распределительных устройств и пультов управления применяются также полиэтиленовые хомуты. Крепятся электрожгуты к различным элементам конструкции объекта в соответствии с чертежами (или эталонами).

Для плотного обжатия жгутов хомутами разрешается размер хомутов подбирать при монтаже электропроводки на объекте. Жгуты электропроводки крепятся бандажами из вощеных ниток «Маккей» через каждые 200—400 *мм* (или по нормали 743АТ).

Жгуты больших диаметров обматываются хлорвиниловыми лентами (по МРТУ 6-05-919—63 по типу нормали 6230с).

При подводе электрожгутов к подвижным агрегатам объекта (откидные панели приборной доски, электрощитки, штурвалы управления и др.) должен быть обеспечен запас длины и возможность скручивания жгута вдоль его оси. Поперечный изгиб проводов, подходящих к подвижным агрегатам объекта, недопустим! В исключительных случаях внутри коробок при подходе жгута к

откидным панелям разрешается поперечный изгиб с обязательной скруткой жгута в месте перегиба.

Три-пять отдельных проводов при прокладке крепятся к элементам конструкции объекта также вощеными нитками «Маккей». В этом случае при необходимости разрешается сверлить отверстия диаметром 1,5—2 *мм* в несиловых элементах конструкции объекта.

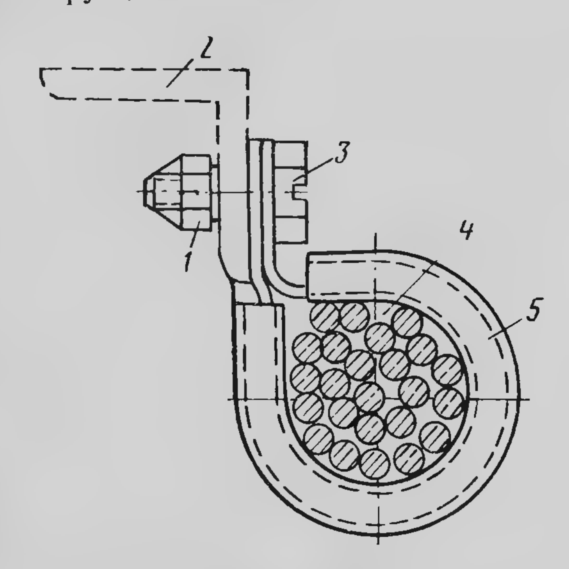


Рис. 160. Крепление электрожгута хомутом непосредственно к элементам конструкции объекта

1 — самоконтрящаяся гайка; *2* — деталь конструкции; *3* — болт; *4* — электрожгут; *5* — хомут

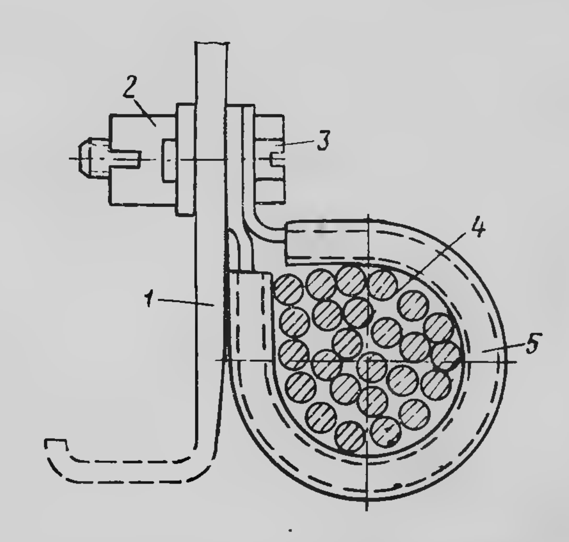


Рис. 161. Крепление электрожгута непосредственно к элементам конструкции объекта с применением анкерной гайки:

1 — деталь конструкции; *2* — анкерная гайка; (3381А); *3* — болт; *4* — электрожгут; *5* — хомут

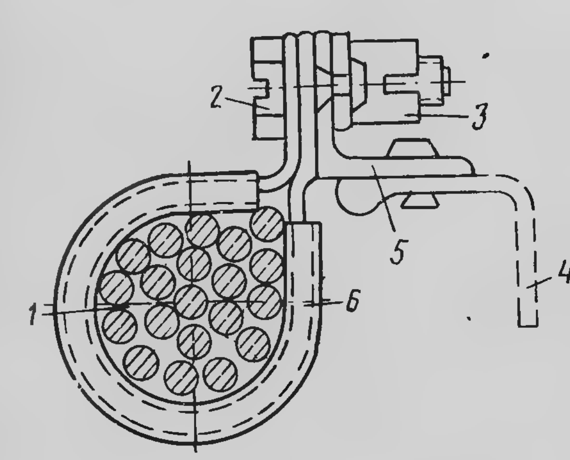


Рис. 162. Крепление электрожгута при помощи переходного уголка:

1 — электрожгут; *2* — болт; *3* — анкерная гайка; *4* — деталь конструкции; *5* — переходный уголок; *6* — хомут

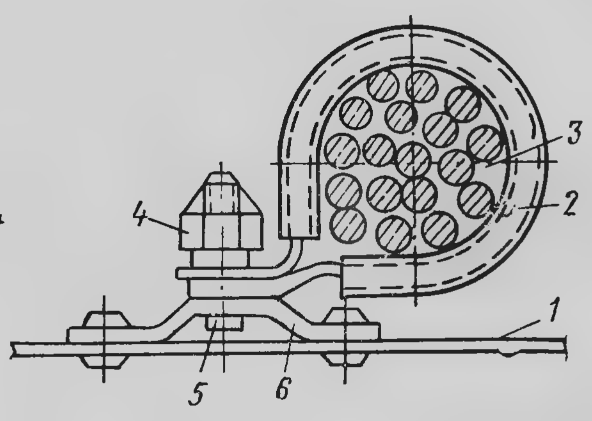


Рис. 163. Вариант установки хомута крепления электрожгута с односторонним подходом:

1 — деталь конструкции объекта; *2* — хомут; *3* — электрожгут; *4* — анкерная гайка; *5* — болт; *6* — кронштейн для крепления хомута

На рис. 160—163 показаны способы крепления электрожгутов к элементам конструкции объекта с помощью хомутов.

Защита электрожгутов. В качестве защиты электрожгутов применяются экранирующий чулок, экранирующая плетенка, трубопроводы, хлорвиниловая лента, хлорвиниловые трубки, а также защитные (сшитые или клееные) чехлы в большинстве случаев из капронового полотна (прорезиненного дублированного или непрорезиненного).

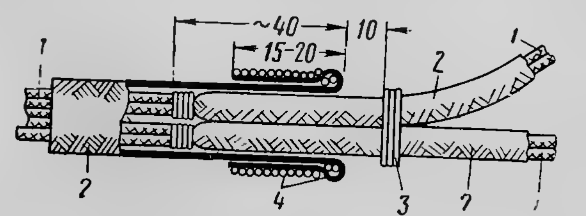
Разветвления электрожгутов. Разветвления по способу заделки зависят от способа изготовления самих электрожгутов. Разветвления экранированных электрожгутов выполняются следующим образом (рис. 164):

надвинуть общую плетенку, перекрыв на 40 *мм* экраны ответвляющихся жгутов;

конец общей плетенки подвернуть и наложить на нее бандаж из вощеных ниток «Маккей»;

Рис. 164. Разветвление экранированного электрожгута:

1 — провод; *2* — экранирующий шланг; *3*, *4* — бандаж из ниток



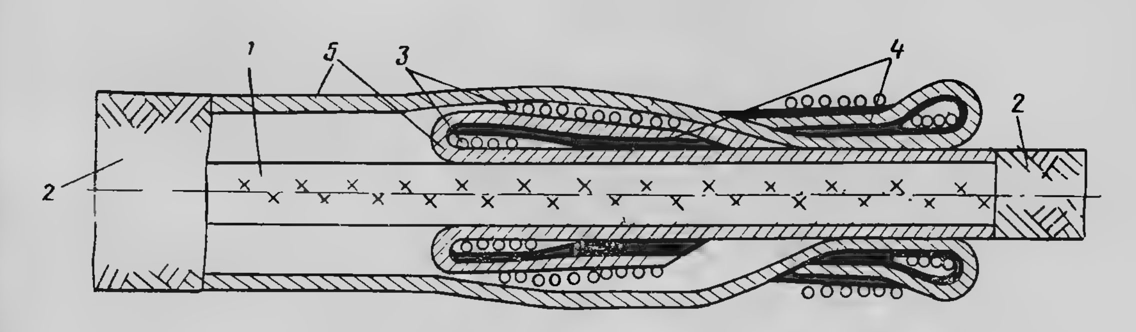


Рис. 165. Стык двух экранирующих плетенок:

1 — провод; *2* — общая экранирующая оплетка шланга (наружного и внутреннего); *3* — бандаж из ниток «Маккей»; *4* — изоляционная лента ПХЛ-020

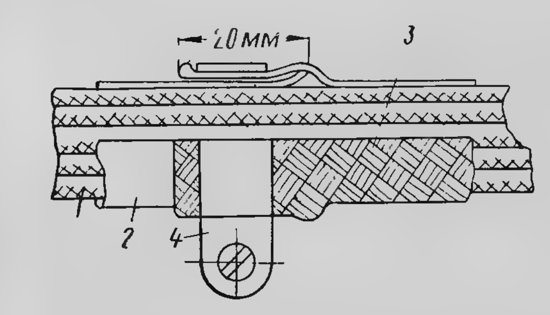


Рис. 166. Стык экранирующей плетенки с трубопроводом:

1 — провод; *2* — трубопровод; *3* — экранирующая плетенка; *4* — хомут

скрепить расходящиеся жгуты (или провода) 3—4 витками ниток (таких же, как и для бандажа);

если разветвляющийся жгут малого диаметра (или в нем всего 2 провода), нужно применять нитки № 00 черные, которые после намотки покрыть клеем БФ-2 или БФ-4 (ТУ МХП 1367—49).

При защите электрожгута экранирующей плетенкой иногда возникает необходимость в ее стыке как между собой (двух плетенок), так и плетенки с трубопроводом (трубкой). Стыки плетенки выполняются, как показано на рис. 165 и 166. При этом нужно следить, чтобы в местах стыка не было следов масла, красок и других изолирующих материалов; перед выполнением заделки места стыка плетенки и трубопровода тщательно промыть чистым бензином и протереть сухой тряпкой или ветошью.

При выполнении стыка экранирующей плетенки с трубопроводом нужно развальцевать трубу, натянуть край плетенки на трубу и подвернуть ее край, а затем закрепить плетенку хомутом (см. рис. 166).

Защита электрожгутов (проводов) хлорвиниловыми трубками или лентой (рис. 167) должна производиться во всех местах, где электропроводка может под-

вергаться воздействию гидросмеси и других жидкостей, а также механическим повреждениям. Хлорвиниловые трубки для защиты электрожгутов подбирают с учетом диаметра жгута.

Защита электрожгутов хлорвиниловой лентой применяется с той же целью, что и хлорвиниловыми трубками. Кроме того, хлорвиниловая лента используется в местах, где электрожгуты соприкасаются с острыми кромками элементов конструкции объекта или проходят через отверстия, а также в местах разветвления жгутов и для жгутов больших диаметров. Для электрожгутов диаметром 40 *мм* и более, как правило, применяется хлорвиниловая лента ФКС-1 шириной 40×2 (МРТУ 6-07-1012—63); для жгутов диаметром менее 40 *мм* — лента ЛАС (ГОСТ 5937—56) и два слоя асбестовой ленты (ТУ МРП 1377—46).

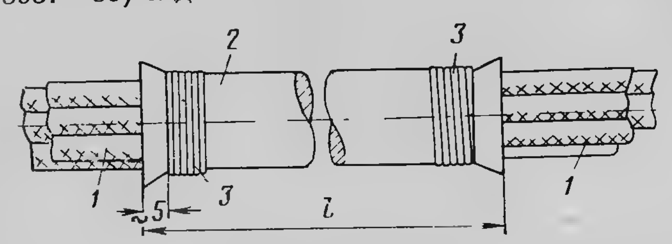


Рис. 167. Защита электрожгутов (проводов) хлорвиниловыми трубками:

1 — провод; *2* — хлорвиниловая трубка (*l* — по необходимости); *3* — бандаж из ниток

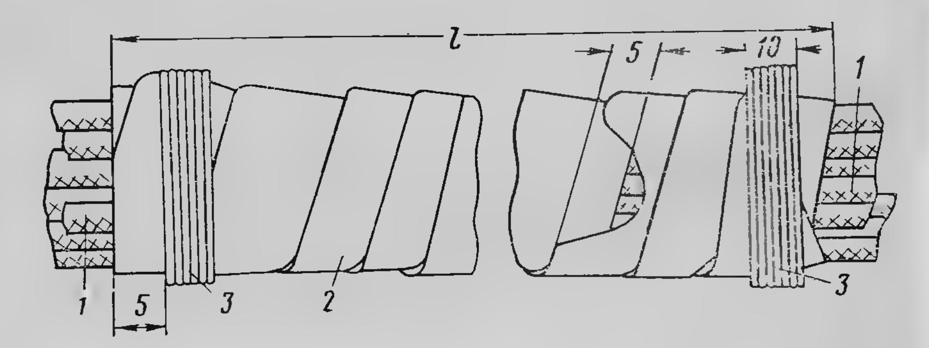
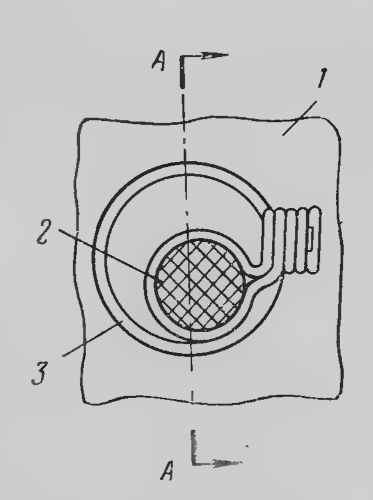


Рис. 168. Защита электрожгутов хлорвиниловой лентой:

1 — провод; *2* — хлорвиниловая лента; (*l* — по необходимости); *3* — бандаж из ниток



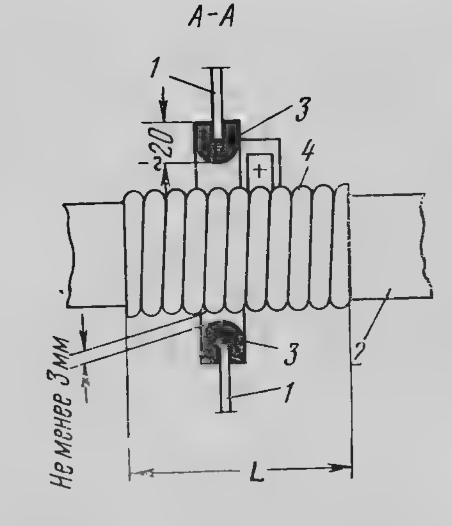


Рис. 169. Защита электрожгута при монтаже через отверстие в детали конструкции объекта:

1 — деталь конструкции; *2* — электрожгут; *3* — войлок; *4* — хлорвиниловая лента ($L \cong 3d$ электрожгута)

Для жгутов, выполненных из теплостойких проводов (и для отдельных теплостойких проводов) применяется лента ФКС или предварительно разрезанная вдоль резиновая трубка 5р-129 (ТУ МХП УТ-741—57).

В качестве бандажей для крепления ленты на электрожгутах диаметром до 50 *мм* применяются вощеные нитки «Маккей» или нитки НСА (ГОСТ 8325—61), а для жгутов диаметром 50 *мм* и более разрешается обмотанные лентой электрожгуты крепить хомутами или скобами.

На рис. 168 показана защита электрожгута хлорвиниловой лентой, а на рис. 169 — защита электрожгута лентой и техническим войлоком при монтаже через отверстие в детали конструкции объекта. Длина обмотанного лентой участ-

ка электрожгута в месте прохода его через отверстие должна быть равна трем диаметрам жгута (не менее 30 *мм* и не более 100 *мм*).

Защита электрожгутов чехлами выполняется в местах, не подверженных воздействию гидросмеси и других жидкостей, при отсутствии острых кромок деталей конструкции, а также в зонах низких и высоких температур. Защита жгутов выполняется чехлами, сшитыми ручным способом (рис. 170) и машинным (рис. 171) или склеенными (рис. 172). Для изготовления чехлов электрожгутов и наложения бандажей применяются льняные вощеные нитки «Маккей» (ОСТ НКТ-30016) или нитки черные № 00 (ГОСТ 6309—59).

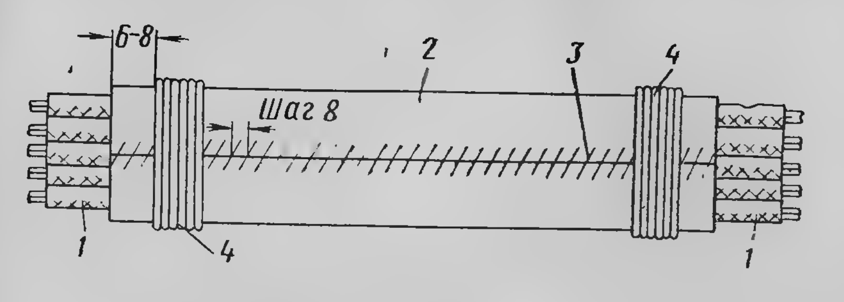


Рис. 170. Обшивка электрожгутов чехлами, сшитыми ручным способом:

1 — провод; *2* — чехол; *3* — нитки (черные или зеленые); *4* — бандаж из ниток «Маккей»

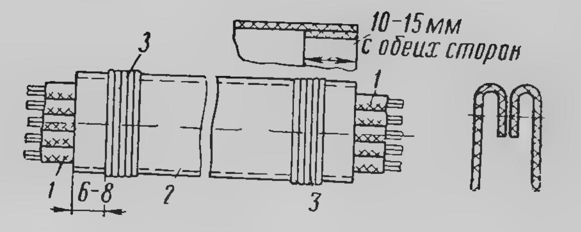
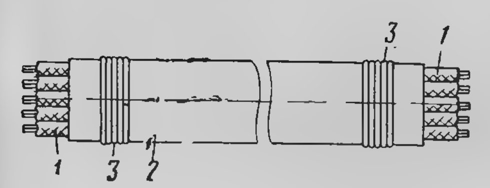


Рис. 171. Обшивка электрожгутов чехлами, сшитыми машинным способом:

1 — провод; *2* — чехол; *3* — бандаж из ниток «Маккей»



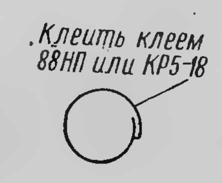


Рис. 172. Защита электрожгутов чехлами:

1 — провод; *2* — чехол из прорезиненного дублированного капронового полотна (Л1 МХП ТУ 3687—55); *3* — бандаж из ниток «Маккей»

Прокладка жгутов в гибких рукавах. Электрожгуты, проходящие по стойкам шасси и в других открытых местах, и жгуты, подверженные изгибам и воздействию атмосферных осадков, прокладываются в гибких рукавах марки МРТУ 6-07-6016—53. Для заготовки рукава нужной длины разрешается стыковка отдельных отрезков (не более одной на всей длине рукава). Стык делают только на прямых участках. В тех случаях, если в разъемную коробку (РК) входят более трех экранированных проводов, плетенка около РК снимается с проводов на длине до 100 *мм*. На все провода надевается дополнительная медная луженая плетенка, которая раздвигается для вывода всех самостоятельно экранированных проводов. Один конец дополнительной плетенки закрепляется бандажом. На месте вывода проводов из плетенки также накладывается ниточный бандаж, а второй конец плетенки заделывается в наконечник (рис. 173).

Заделка экранированных проводов в общем экранирующем шланге производится в следующей последовательности:

освободить плетенку общего экранирующего шланга на расстоянии 25 *мм* от штырей штепсельного разъема и пропустить экранированные провода сквозь плетенку; наложить на нее бандаж из ниток;

вывести плетенку общего экранирующего шланга штепсельного разъема, конец ее заделать в наконечник и закрепить его на штепсельном разъеме;

на концы экранированных проводов наложить нитяные бандажи на расстоянии 5 *мм* от штырей штепсельного разъема.

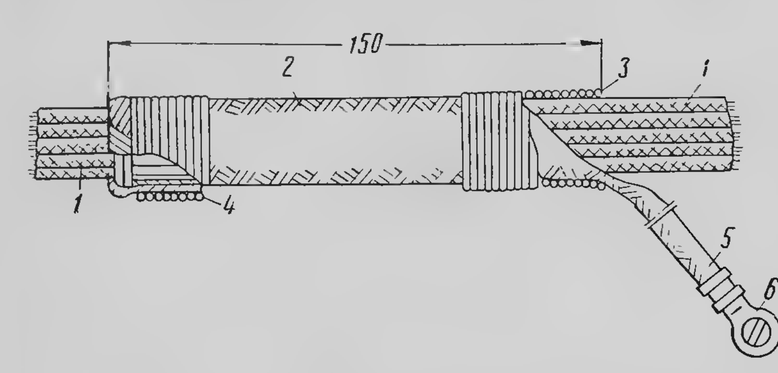


Рис. 173. Заделка экранированных проводов на клеммовых панелях:

1 — провод; *2* — экранирующий рукав; *3* — бандаж из ниток № 00, 15—20 витков; *4* — бандаж из ниток № 00, 8—10 витков; *5* — ответвление экранирующего рукава; *6* — наконечник

Последовательность заделки экранированных проводов из общего экранирующего шланга (плетенки) следующая:

на ответвляющиеся электрожгуты надеть плетенку;

концы плетенки обмотать нитками № 00 в 6 витков;

надвинуть общую плетенку на экранированные жгуты (провода), перекрыв на 40 *мм* ответвляющиеся жгуты (провода);

сделать бандаж из ниток № 00 в 2—3 витка, оставив свободный конец плетенки на расстоянии 20—25 *мм*;

оставшийся конец общей плетенки завернуть и обмотать нитками № 00 в 6—8 витков.

Вязка электрожгутов

На рис. 174—182 приведены различные способы вязки электрожгутов при их прокладке. При этом бандаж выполняется в 10—12 витков ниток на расстоянии 20—25 *мм* от гайки штепсельного разъема.

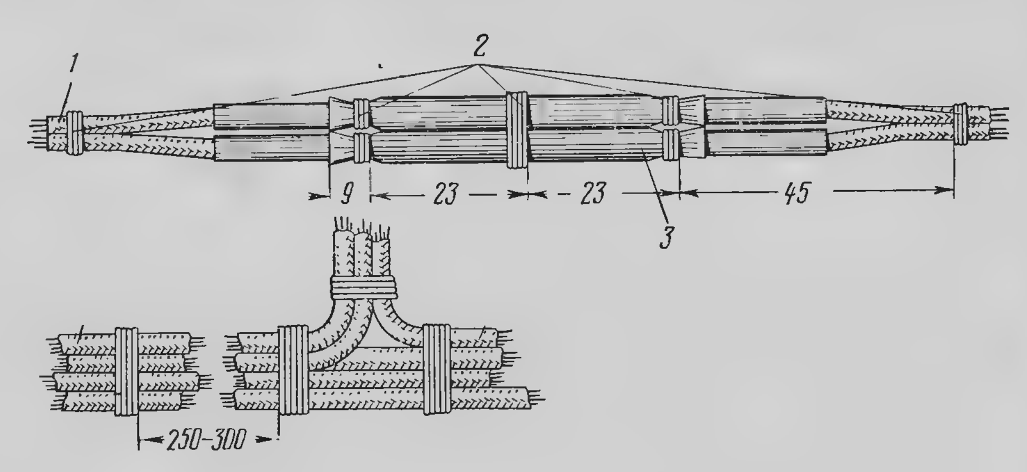


Рис. 174. Вязка проводов электрожгутов с индивидуальными разъемами и без разъемов:

1 — провод; *2* — бандаж из ниток № 00, 3—4 витка, *3* — хлорвиниловая трубка (*l* — по необходимости)

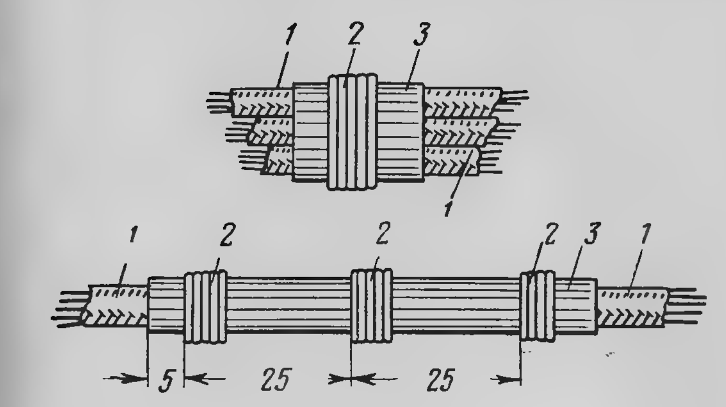


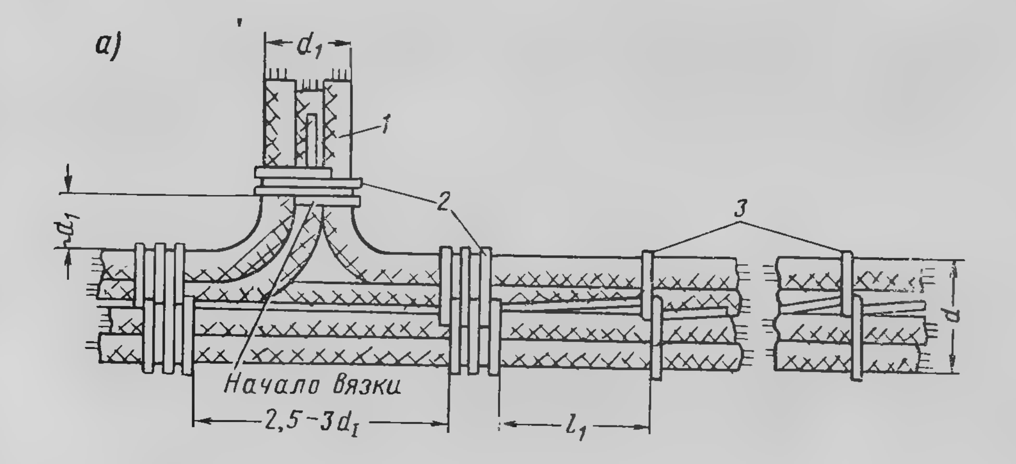
Рис. 175. Применение бандажей для заделки разрезной хлорвиниловой трубки, надетой на электропровод (жгут):

1 — провод; *2* — бандаж из ниток № 00; *3* — хлорвиниловая трубка (*l* — по необходимости)

Рис. 176. Обмотка электрожгута хлорвиниловой лентой:

1 — провод; *2* — бандаж из ниток № 00; *3* — хлорвиниловая лента





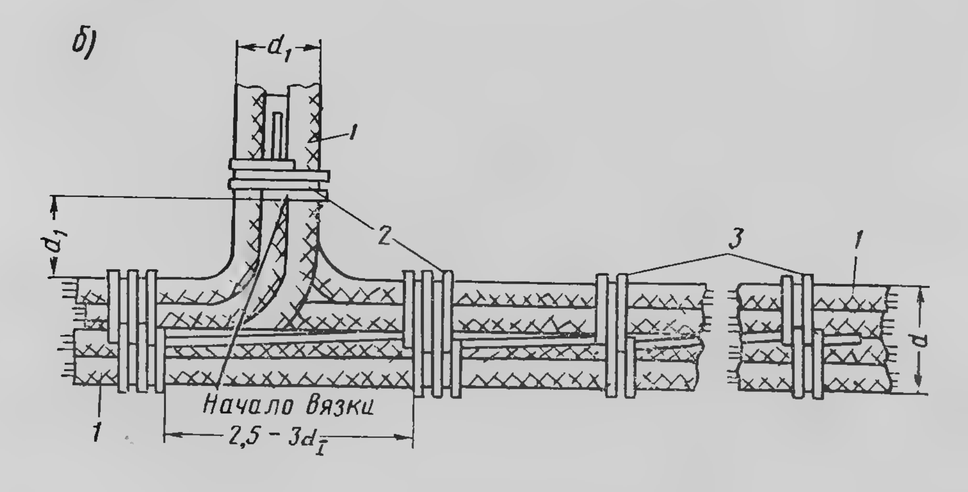


Рис. 177. Вязка электрожгутов:

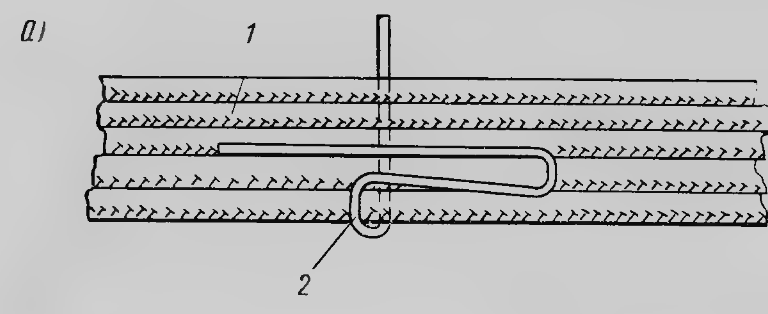
а — в один виток;

1 — провод; *2* — бандаж из ниток № 00; *3* — виток (одинарный);

б — в два витка;

1 — провод; *2* — бандаж из ниток № 00; *3* — виток двойной

9—4738



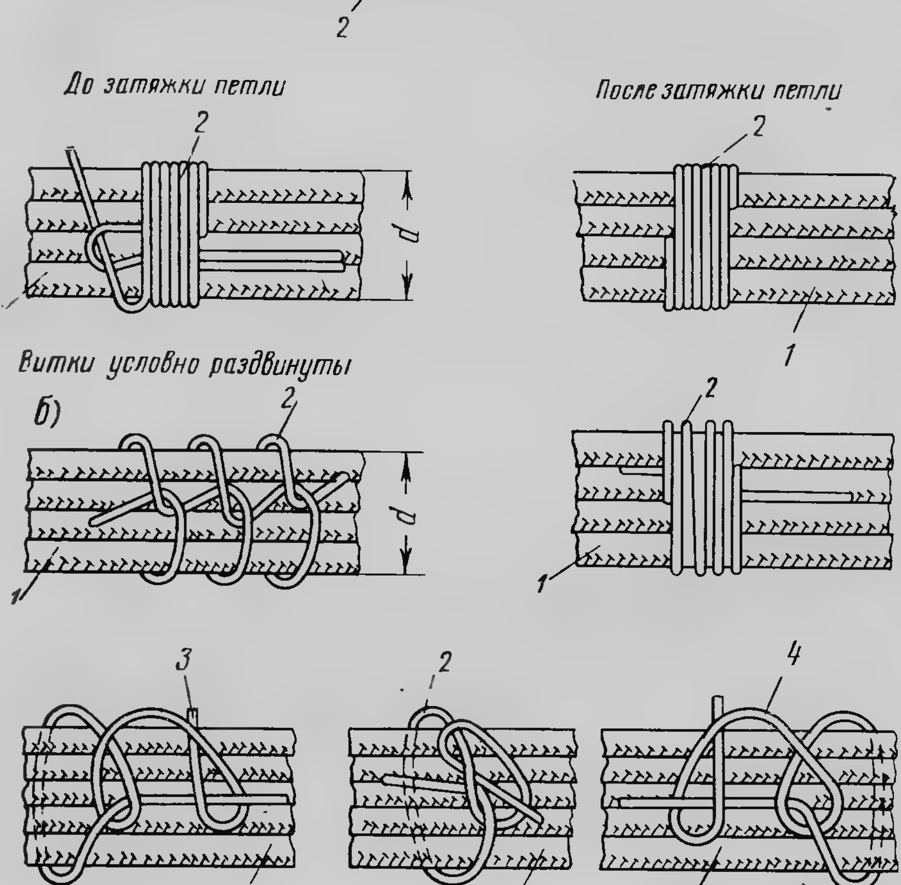


Рис. 178. Вязка электрожгутов:
а — прерывистая (шаг вязки 250—300 *мм*);
1 — электрожгут; 2 — бандаж из ниток (*l*=4—20 витков в зависимости от диаметра жгута);
б — непрерывная (шаг вязки 40—150 *мм*);
1 — электрожгут; 2 — бандаж из ниток № 00, покрытых клеем, или из ниток «Маккей»; 3 — начало вязки; 4 — конец вязки

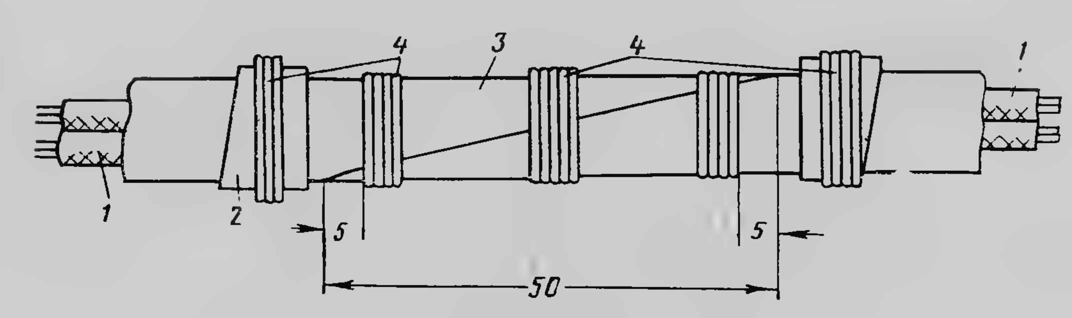


Рис. 179. Стык гибких отрезков рукавов на жгуте:
1 — провод; 2 — изоляционная лента; 3 — экранирующий рукав; 4 — бандаж

При выполнении вязки электрожгутов провисание отдельных проводов в жгутах не допускается.

Бандажи выполняются вощеными нитками «Маккей» или нитками черными 00. Бандажи, выполненные из невощеных ниток, покрываются клеем БФ-2 или БФ-4.

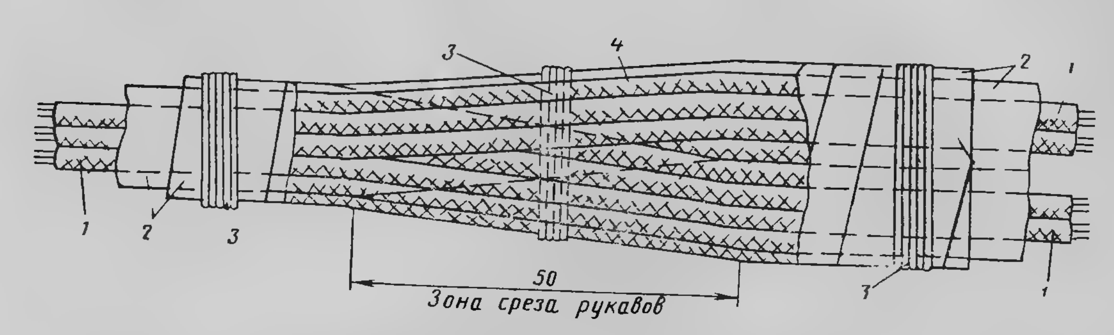


Рис. 180. Ответвление гибких рукавов:
1 — провод; 2 — экранирующий рукав; 3 — бандаж из ниток «Маккей»; 4 — изоляционная лента

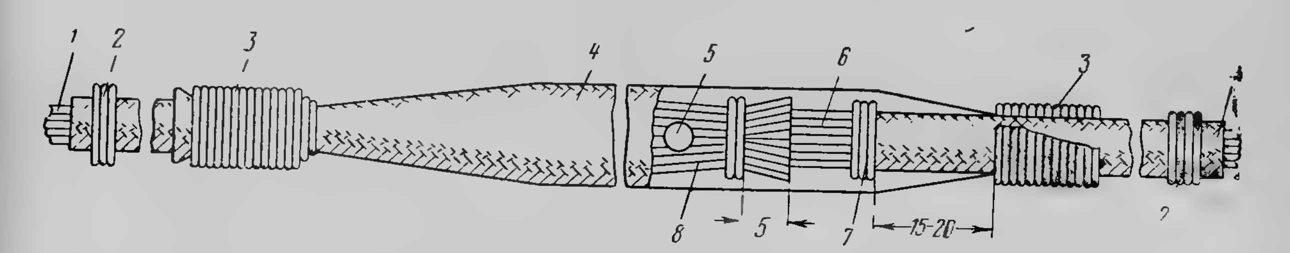


Рис. 181. Сращивание экранированных проводов:
1 — провод; 2 — бандаж из ниток «Маккей»; 3 — бандаж из ниток «Маккей» 12—15 витков; 4 — экранирующая плетенка; 5 — переходник; 6, 8 — хлорвиниловая трубка-бирка; 7 — бандаж из ниток «Маккей» 8—10 витков;

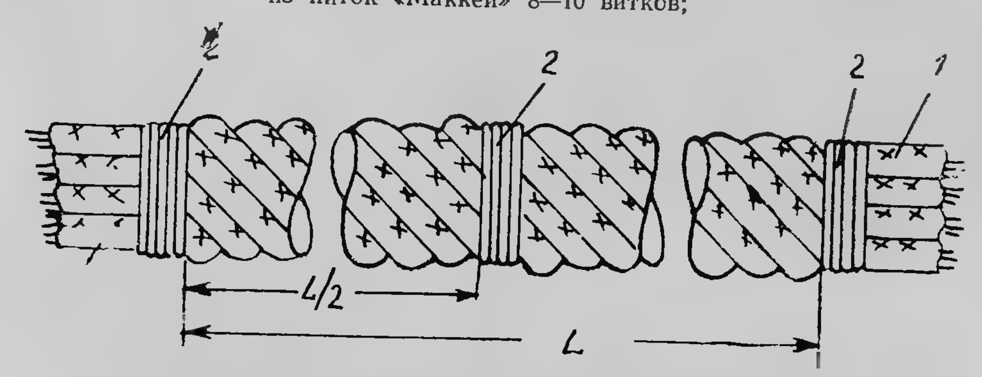


Рис. 182. Скручивание проводов электрожгута:
1 — провод; 2 — бандаж из ниток

В многоклеммных штепсельных разъемах вязку проводов выполняют в несколько пучков по 5—10 проводов в каждом (см. рис. 146, *б*). При этом должно быть обеспечено прямое положение штырей в штепсельном разъеме. При количестве клемм до 12 бандаж накладывается общий на все провода жгута.

Нанесение обозначений готовых изделий на элементы конструкции объекта

Обозначения готовых изделий наносятся на конструкции объекта согласно полумонтажным схемам.

Обозначения для штепсельных разъемов наносятся на конструкции объекта, наружные поверхности конструкции штепсельных разъемов и хлорвиниловые бирки жгута.

На детали конструкции объекта обозначения штепсельных разъемов наносятся красной эмалью ПФ-223 на удобных для чтения местах. В отдельных случаях надписи гравируются на глубину 0,3 *мм* и заливаются эмалью ПФ-223.

Место нанесения обозначения разъема на конструкции объекта указывается в чертеже. На штепсельных разъемах типа ШР, ШРГП и 2РМД обозначения наносятся только с одной стороны гравировкой на глубину 0,3 *мм* с последующим заполнением выгравированных букв и цифр белой эмалью ПФ-223.

Герметичные штепсельные разъемы типа ШРГ маркируются хлорвиниловыми трубками-бирками. Ответные части штепсельных разъемов для готовых изделий маркируются хлорвиниловыми трубками-бирками, на которых рядом с шифром жгута наносятся позиция агрегата и наименование штепсельного разъема.

Колодки штепсельных разъемов, не имеющих корпуса (типа «П» и «Б»), не маркируются.

При установке двух или более одинаковых разъемов рядом, кроме указанной выше маркировки, рекомендуется дополнительно эти разъемы и места установки их отмечать цветной эмалевой полосой шириной 10 *мм* вдоль разъема (цвет полосы может быть желтый, синий, красный, белый).

При невозможности нанесения обозначения готового изделия в установленном месте на деталях конструкции объекта надписи наносятся на детали под готовым изделием

ПРИПОИ

Олово. В зависимости от химического состава установлены следующие марки олова: ОВЧ-000; О1 п. ч., О1, О2, О3 и О4. Химический состав олова всех марок должен соответствовать нормам, указанным в табл. 111 (ГОСТ 860—60), припоев — в табл. 112.

Олово выпускается в виде чушек весом 25 *кГ* каждая, в прутках длиной около 0,5 *м* и весом 0,5 *кГ*. Олово марки ОВЧ-000 выпускается в виде чушек весом 5 *кГ* или прутков длиной около 30 *см*, весом 0,25 *кГ*. На каждой чушке олова всех марок, кроме ОВЧ-000, проставляются клеймо завода-изготовителя, номер плавки и марка олова.

При хранении олова на складах более одного месяца должна поддерживаться температура не ниже 12° С. Кратковременное хранение олова допускается на складах при температуре не ниже 20° С.

В авиационной промышленности используется олово О2 и О3 при изготовлении припоев ПОС-61, ПОС-40 и фольги.

Припой низкоплавкий оловянисто-свинцово-кадмиевый (ПОСК 47-36-17). Припой применяется для припайки стеклянных и керамических изоляторов, предварительно посеребренных, к различным герметическим коробкам, а также наконечников и проводов к ним; для пайки алюминиевых сплавов, предварительно омедненных, а также коаксиальных кабелей РК.

Химический состав припоя в процентах следующий:

олово — 45—47, свинец — 55—53, кадмий — 16—18, сурьма 0,8, медь — 0,15, висмут — 0,1, мышьяк — 0,05, железо — 0,02, сера — 0,002, цинк — 0,002, алюминий — 0,002.

Для изготовления припоя олово должно быть О2 (ГОСТ 860—60, ГОСТ 5637—56), свинец — С3 (ГОСТ 3778—56), кадмий — марки Кд3 (ГОСТ 1467—58). Температура плавления припоя 142° С.

Следующие припои: серебряные (ГОСТ 8190—56), припои ПСр 3Кд и ПСр 2,5 (табл. 113, 114) применяются для пайки электромонтажных проводов БПТ-250, ТМ-250, ПТЛ-200 и ПТЛ-250 в контактные штыри электроразъемов, наконечники и т. д.

В настоящее время в зависимости от назначения припои выпускаются в виде полос и проволоки.

Таблица 111

Химический состав олова

Марка олова	Олово, не менее, %	Примеси, не более, %							
		Сумма определен. примесей	Мышьяк	Железо	Медь	Свинец	Висмут	Сурьма	Сера
ОВЧ-000	99,999	$1\cdot10^{-3}$	$1\cdot10^{-4}$	$1\cdot10^{-4}$	$5\cdot10^{-6}$	$5\cdot10^{-6}$	$5\cdot10^{-6}$	$2\cdot10^{-4}$	—
О1 п. ч.	99,915	0,085	0,01	0,009	0,01	0,025	0,01	0,015	0,01
О1	99,90	0,10	0,01	0,009	0,01	0,04	0,015	0,015	0,01
О2	99,565	0,435	0,015	0,02	0,03	0,25	0,05	0,05	0,02
О3	98,40	1,60	0,05	0,05	0,10	1,0	0,06	0,30	0,04
О4	96,35	3,65	0,05	0,05	0,10	3,0	0,10	0,30	0,05

Примечание. Для олова всех марок, кроме ОВЧ-000, содержание цинка и алюминия не должно превышать 0,002%.

Таблица 112

Химический состав оловянисто-свинцовых припоев (ГОСТ 1499—54)

Условное обозначение припоя	Химический состав, %										
	Основные компоненты		Примеси, не более								
	Олово	Сурьма	Свинец	Медь	Висмут	Мышьяк	Железо	Никель	Сера	Цинк	Алюминий
ПОС-90	89—90	Не более 0,15	Остальное	0,08	0,1	0,05	0,02	0,02	0,02	0,002	0,002
ПОС-61	59—61	Не более 0,8	То же	0,1	0,1	0,05	0,02	0,02	0,02	0,002	0,002
ПОС-50	49—50	Не более 0,8	„	0,1	0,1	0,05	0,02	0,02	0,02	0,002	0,002
ПОС-40	39—40	1,5—2,0	„	0,1	0,1	0,05	0,02	0,08	0,02	0,002	0,002
ПОС-30	29—30	1,5—2,0	„	0,15	0,1	0,05	0,02	0,08	0,02	0,002	0,002
ПОС-18	17—18	2,0—2,5	„	0,15	0,1	0,05	0,02	0,08	0,02	0,002	0,002
ПОС-4-6	3—4	5—6	„	0,15	0,1	0,05	0,02	0,08	0,02	0,002	0,002

Примечание. Припой изготовляется в виде чушек, круглых и трехгранных прутков, круглой проволоки, ленты, а также круглых трубок, заполненных флюсами. В качестве флюса в трубках применяется канифоль 1-го сорта (ГОСТ 797—55).

Таблица 113

Химический состав припоев ПСр 3Кд и ПСр 2,5,%

Припой	Серебро	Цинк	Кадмий	Олово	Свинец	Примеси, не более
ПСр 3Кд	3,0±0,5	1,0±5	96,0±1,0	—	—	0,5
ПСр 2,5	2,5±0,3	—	—	5,5±0,5	92,0±1,0	0,5

Таблица 114

Температура кристаллизации, удельный вес и удельное электросопротивление припоев ПСр 3Кд и ПСр 2,5

Припой	Удельный вес, *Г/см*³	Температура кристаллизации, °С		Удельное электросопротивление, *ом·мм²/м*
		начальная	конечная	
ПСр 3Кд	8,7	325	300	7,8
ПСр 2,5	11,0	305	295	22

Поверхность полос и проволоки должна быть без окислов и посторонних включений. Цвета побежалости, местные потемнения поверхности и места зачистки допускаются.

ФЛЮСЫ

Флюсы предназначены для растворения и удаления окислов и загрязнений с поверхности пайки, защиты поверхностей от окисления и улучшения растекаемости припоя. Применяются следующие составы спирто-канифолевых смесей:

спирт-ректификат — 40%, канифоль — 60%;

спирт-ректификат — 30%, канифоль — 70%.

Флюс ЛК-2. Процентный состав флюса ЛК-2: спирт этиловый — 66%, канифоль — 30%, хлористый цинк — 3%, хлористый аммоний — 1%.

Для приготовления флюса ЛК-2 хлористый аммоний и хлористый цинк растворяют в спирте (в стеклянной посуде), вводят порциями канифоль при непрерывном помешивании до растворения всех компонентов. После отстаивания в течение суток жидкость сливают, а осадок используют как флюс.

Флюс ЛТИ-120. Процентный состав флюса ЛТИ-120: спирт-сырец или ректификат — 68%, канифоль — 25%, диаэтиламин — 5%, триэтаноламин — 2%.

Для приготовления флюса отдельно растворяют в спирте канифоль и солянокислый диэтиламин. Для растворения канифоли берут 3/4 общего объема спирта. В остальном спирте растворяют солянокислый диэтиламин. В первый раствор вводят триэтаноламин. Оба раствора выдерживают отдельно при нормальной температуре в течение суток, а затем смешивают и применяют как флюс.

Паста НИСО. Весовое содержание 100 *Г* пасты НИСО: вазелин медицинский (ГОСТ 3582—52) — 80 *Г*, глицерин (ГОСТ 6259—52) — 5 *Г*, хлористый цинк (ГОСТ 4529—48) — 15 *Г*. Для приготовления пасты НИСО берут 80 *Г* медицинского вазелина и 5 *Г* глицерина. Компоненты тщательно перемешивают. Затем добавляют 15 *Г* хлористого цинка (предварительно перетертого) и снова все перемешивают. Приготовленная паста применяется как флюс. Хранится при нормальной температуре в чистой стеклянной посуде.

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЗАДЕЛКИ ПРОВОДОВ И ЖГУТОВ

Лента изоляционная прорезиненная изготовляется из сурового миткаля, промазанного липкой резиновой смесью с одной стороны (односторонняя) или с двух сторон (двусторонняя).

Изоляционная лента имеет пять размеров по ширине: 10±1; 15±1; 20±1; 25±1,5 и 50±2 *мм.* Толщина изоляционной ленты 0,2—0,3 *мм.* Длина односторонней ленты в одном «круге» — 55—75, двусторонней — 65—85 *м.* Наружный диаметр «круга» 175±25 *мм.* Разрывное усилие для изоляционной ленты установлено не менее 6 *кГ* на 10 *мм* ширины.

Лента должна выдерживать испытание переменным током с частотой 50 *гц* и напряжением не менее 1000 *в* в течение 1 *мин.* Все испытания изоляционной ленты производятся при температуре окружающего воздуха 10—25° С.

Пример условного обозначения изоляционной ленты односторонней черной, шириной 20 *мм*: лента изоляционная односторонняя черная, шириной 20 *мм*, ГОСТ 2162—55.

На каждом «круге» изоляционной ленты ставится клеймо, в котором указываются завод-изготовитель, условное обозначение и дата изготовления. Изоляционная лента должна храниться в заводской упаковке в закрытом затемненном помещении при температуре 5—25° С, вдали от печей, паропроводных труб и других обогревательных устройств и не должна подвергаться воздействию масел, бензина и других растворителей.

Таблица 115

Размеры полихлорвиниловых трубок

Внутренний диаметр, *мм*	Толщина стенки, *мм*	Длина, не менее, *м*	Внутренний диаметр, *мм*	Толщина стенки, *мм*	Длина, не менее, *м*
1,0±0,25	0,3—0,5	5	8,0±0,5	0,5—0,7	2
1,5±0,25	0,3—0,5	5	9,0±0,5	0,5—0,7	2
2,0±0,25	0,3—0,5	5	10,0±0,5	0,6—0,8	2
2,0±0,3	0,9—1,1	5	12,0±0,5	0,6—0,8	2
2,5±0,25	0,3—0,5	5	14,0±0,5	0,6—0,8	2
3,0±0,25	0,3—0,5	5	16,0±0,8	0,8—1,0	2
3,0±0,25	0,9—1,1	5	18,0±0,8	0,8—1,0	2
3,5±0,25	0,3—0,5	5	20,0±1,0	1,0—1,3	2
4,0±0,25	0,5—0,7	5	25,0±1,0	1,0—1,3	2
4,0±0,25	1,0—1,4	5	30,0±1,3	1,3—1,5	2
4,5±0,25	0,5—0,7	5	34,0±1,3	1,3—1,5	2
5,0±0,25	0,5—0,7	5	36,0±1,3	1,3—1,5	2
6,0±0,3	0,5—0,7	5	40,0±2,0	1,5—2,0	2
7,0±0,5	0,5—0,7	2			

Таблица 116

Размеры полихлорвиниловых лент

Ширина, *мм*	Толщина, *мм*	Длина, не менее, *м*	Ширина, *мм*	Толщина, *мм*	Длина, не менее, *м*
10±1,0	0,5—0,8	5	20±1,0	1,35—1,65	5
13±1,0	0,4—0,7	5	40±1,0	0,4—0,7	5
15±1,0	0,5—0,8	5	40±1,0	0,8—1,0	5
15±1,0	1,35—1,65	5	40±1,0	1,1—1,6	5
19±1,0	0,4—0,7	5	50±1,0	0,8—1,0	5
20±1,0	0,4—0,7	5	105±5	1,25—1,75	5
20±1,0	0,8—1,0	5			

Полихлорвиниловые трубки и ленты (МРТУ 6-05-919—63) предназначены для защиты специальных электропроводов (жгутов) (табл. 115, 116). Они изготавливаются из полихлорвинилового пластиката двух рецептур: 230 — для проводов, применяемых в обычных климатических условиях, и 230Т — для проводов, предназначенных для использования в условиях тропического климата. Трубки выпускаются неокрашенные и окрашенные: белые, желтые, оранжевые, розовые, красные, голубые, светло-синие, зеленые, коричневые, фиолетовые, черные и серые.

Пластикат, применяемый для изготовления трубок и лент (230 и 230Т), должен соответствовать следующим требованиям:

предел прочности при разрыве не менее 150 *кГ/см²*;
относительное удлинение при разрыве не менее 180%;
водопоглощаемость за 24 *ч* не более 1%:
морозостойкость не выше 40° С;
пенетрация при температуре 70° С в течение 30 *мин* при давлении 5 *кГ/см²* не выше 14 *дцмм*;
удельное объемное электрическое сопротивление при $t=20°$ С для рецептуры 230 не менее $5 \cdot 10^{11}$ *ом/см*, для рецептуры 230Т — $1 \cdot 10^{11}$ *ом/см*.

Гарантийный срок хранения трубок и лент 5 лет. По истечении этого срока трубки и ленты должны снова испытываться в соответствии с требованиями ТУ (МРТУ 6-05-919—63). Трубки и ленты следует хранить в нормальных складских условиях: на расстоянии не менее 1,5 *м* от печей и других нагревательных приборов, кроме того, на них не должны падать прямые солнечные лучи.

Нитки швейные хлопчатобумажные (ГОСТ 6309—59) вырабатываются из пряжи гребенного прочеса крутильного производства (табл. 117). Нитки в три сложения вырабатываются однокруточными, нитки в шесть, девять и двенадцать сложений — двухкруточными.

Таблица 117

Нитки швейные хлопчатобумажные (ГОСТ 6309—59)

Нитки	Номера ниток				
	три сложения „Прима"	три сложения „Экстра"	шесть сложений	девять сложений	двенадцать сложений
Суровые	10, 20, 30 и 40	10, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120	10, 20, 30, 40, 50, 60 и 80	0, 1, 3, 4, 6, 30 и 40	00
Матовые (белые, черные, цветные)	10, 20, 30 и 40	10, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120	10, 20, 30, 40, 50, 60, 80	0, 1, 3, 4, 6, 30, 40	00
Глянцевые (белые, черные, цветные)	10, 20, 30, 40	10, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120	10, 20, 30, 40, 50, 60, 80	0, 1, 3, 4, 6, 30 и 40	00

Нормы удлинения при разрыве для ниток, намотанных на деревянные катушки, устанавливаются на 15% ниже норм, предусмотренных для ниток, намотанных на гильзы.

Авиационные льняные нитки для ручной пришивки изготовляются двух типов: одинарной крутки («Маккей») и двойной крутки («Аркат»). Оба типа ниток изготовляются четырех чисел сложений (четырех номеров): 9, 5/5; 9, 5/6; 9, 5/8; 9, 5/9.

Нитка «Аркат» скручивается сначала в нитку из 2 прядей в ту же сторону, что и нитка «Маккей» (левая крутка), а затем в 3, 4, 5 и 6 сложений в противоположную сторону (правая крутка): 9, 5/2/3; 9, 5/2/4; 9, 5/2/5; 9, 5/2/6.

Примечание. Название нитки обозначается дробью, в которой знаменатель показывает число нитей однониточной пряжи, из которых скручена нитка (число сложений), а числитель — метрический номер пряжи (условно округленный).

Нить стеклянная НСЖ (ТУ 1664—52) вырабатывается из одиночных непрерывных волокон и применяется для бандажирования электрожгутов, работающих при температуре от —60 до +250° С.

Лента асбестовая (электроизоляционная) ТУ НКХП 147Н изготовляется из теплостойкой асбестовой пряжи и применяется в качестве теплоизоляции проводов в местах вывода перемычек металлизации от общего экрана (табл. 118).

Нитроцеллюлозные эмали НЦ-25 (ГОСТ 5406—60) представляют собой раствор нитроцеллюлозы, смолы и СВП (пигмент, развальцованный с нитроцеллюлозой, пластикатором и диспергатором) в смеси с летучими органическими растворителями.

В производстве электрорадиожгутов применяется эмаль красного цвета для контровки контактных винтов и гаек готовых изделий. Разбавление эмали до рабочей вязкости производят разбавителем РДВ (ГОСТ 4399—48) или растворителем № 646 (ГОСТ 5630—51).

После высыхания цвет пленки эмали должен соответствовать утвержденному эталону или эталону по специальной картотеке (табл. 119). Высохшая пленка эмали должна образовывать гладкую однородную поверхность без морщин и посторонних включений. Время высыхания эмали при $t=18-22°$ С не более 1 *ч*.

Таблица 118

Размеры и прочность асбестовой ленты

Ширина, *мм*	Толщина, *мм*	Сопротивление разрыву, *кГ*
20	0,4	8
25	0,4	10
25	0,5	11
30	0,5	14

Маркировочная краска 52—1 черного цвета состоит из карбинола и бутварных смол с добавлением смягчителя и растворителя. Состав краски: карбинольный клей — 80 *г*, клей БФ-4— 15 *г*, дифениламин — 0,5 *г*, нигрозин спирторастворимый — 4,5 *г*, этиловый спирт — 200 *г*. Для приготовления карбинольного клея берут 75,5 *г* карбинольного сиропа, к которому при постоянном помешивании добавляется 2,5 *г* перекиси бензоила (катализатор) для доведения до требуемой вязкости и 2 *г* дифениламина (стабилизатор).

Таблица 119

Эмали НЦ-25

Эмаль	Номер картотеки цветовых эталонов	Эмаль	Номер картотеки цветовых эталонов
Белая, белая А *	802; 803	Шаровая	806; 860
Слоновая кость, слоновая кость А *	912; 913	Табачная	930
Кремовая, кремовая А *	909; 910	Голубая	—
Желтая	205; 206	Светло-синяя	—
Песочная	976	Синяя	—
Бежевая	965; 970	Зеленая	306; 308
Красная	10; 11	Защитная	741; 743
Светло-серая	—	Светло-коричневая	—
Серая	717; 814	Коричневая	615
		Черная	837; 850

* Индекс А указывает, что эмаль изготовлена на цинковых белилах.

Краска приготовляется следующим образом. Растворяют 4,5 *г* нигрозина в 200 *г* спирта и нагревают до 78° С. При этой температуре при постоянном помешивании испаряется до 10 *см³* спирта. К полученной однородной массе краски добавляется (небольшими порциями) при тщательном перемешивании карбинольный клей, затем клей БФ-4 с вязкостью по ФЭ 80—90 *сек* и дифениламин.

В состав маркировочной краски 61—1 фиолетового цвета входят: карбинольный сироп — 100 *г*, перекись бензоила — 0,1 *г*, метилвиолет — 3,0 *г*, спирт-ректификат — 15 *г*.

Краску следует хранить в чистой и плотно закрытой посуде.

Маркировочные краски предназначены для нанесения надписей на бирках проводов.

Клей ПФЭ-2/10 (ТУ УХП 268—60) от бесцветного до слабо-желтого представляет собой прозрачный или полупрозрачный спиртоводный раствор метилолполиамидной смолы с отвердителем, не содержащей посторонних включений и нерастворившихся частиц смолы.

Клей ПФЭ-2/10 применяется для склеивания нитяных бандажей из ниток НСЖ при комнатной и повышенной температурах, капронового и другого волокна, алюминия и дюралюминия, стекла, кожи, органического стекла 1—53, химически обработанной резины пористой и сплошной, полиамидных пленок. Клей также применяется для нанесения защитных покрытий на керамику. Покрытия устойчивы к углеводам, маслам, жирам.

Электроизоляционный кремнийорганический лак К-55 (ВТУ КХЗ № 12—56) светло-желтого цвета представляет собой раствор полиорганосилоксановой смолы в толуоле, без механических примесей, применяется для внешнего покрытия проводов БПТ-250. Время сушки лака при 20° С не более 4 *ч*.

Нитроклеем АК-20 (ТУ 720—41) называется раствор нитроцеллюлозы и смолы в смеси с органическими растворителями и пластификатором. Он предназначается для покрытия нитяных бандажей на электрорадиожгутах.

Нитроклей должен быть прозрачным, без видимых механических примесей от светло-желтого до светло-коричневого цвета. Время высыхания клея, нанесенного на фанеру при расходе 100—120 *г/м²*, должно быть не более 60 *мин* при температуре 18—23° С и относительной влажности воздуха не выше 70%. Пленка нитроклея после высыхания должна быть прозрачной и однородной. Во время высыхания допускается легкое побеление, которое должно исчезнуть после окончательного высыхания.

Клей 88Н (ТУ МХП УТ-880—58) представляет собой раствор резиновой смеси 31Н и бутилфенолформальдегидной смолы в смеси этилацетата с бензином в соотношении 2 : 1.

Клей 88Н в производстве электрожгутов применяется для склеивания ткани (АХКР ТУ МХП 1597—53Р) на жгутах со сложной конфигурацией холодным способом. Кроме этого, он предназначен для склейки холодным способом резины с металлом, стекла с другими поверхностями, а также для склеивания резины с резиной.

Изделия, склеенные клеем 88Н, могут эксплуатироваться в морской воде. Срок службы клеевой пленки должен соответствовать сроку службы наклеиваемой резины при точном соблюдении технологии склейки.

Клей должен быть однороден по цвету и консистенции, не иметь посторонних включений и комков. Концентрация клея должна быть в пределах 30±2% сухого остатка.

Прочность связи резин 56-В, 201-3, 1847 или 2959 с дюралюминием или сталью через 24 *ч* после склеивания должна быть: по сопротивлению отслаиванию — не менее 2 *кГ/см*; по сопротивлению отрыву — 11 *кГ/см²*; через 48 *ч* — по сопротивлению отслаиванию — 2,5 *кГ/см*; по сопротивлению отрыву — 13 *кГ/см²*.

Клей не должен вызывать коррозии металлов (дюралюминия, стали).

Клей резиновый 4508 (ТУ МХП 1105—50) представляет собой раствор резиновой смеси 4508 в бензине «Калоша» и предназначается для приклейки ткани к резиновым трубкам, колпачкам, чехлам и т. д. Кроме этого, он используется для склейки балонных изделий.

Клей должен иметь консистенцию без посторонних включений. Вязкость клея должна быть такой, чтобы при комнатной температуре свободно падающий шарик d=17 *мм* и весом 21,5 *Г* проходил в течение 5—10 *сек* сквозь слой клея толщиной 350 *мм*. Связующая сила клея должна быть не менее 3 *кГ* разрывного усилия на 5 *см* ширины двух склеенных полосок миткаля или бязи (расход клея 19—20 *Г* на 100 *см²* склеенного миткаля или бязи).

Смесь клеев КР-6-18 (ТУ К-2—60) **и 4НБ** (ТУ УТ 1017—59) представляет собой вязкий раствор и применяется для склеивания трубок: из ткани АХКР ТУ МХП 1597-53Р, из капронового полотна 11-КШ-300, из прорезиненной материи ТУ МХП 1528—54Р, а также для приклейки этих материалов к топливостойкому слою баков из невулканизованных резин 3826, 203А, 203Б.

Смесь клеев КР-6-18 и 4НБ применяется с последующей вулканизацией. Вулканизированная клеевая пленка стойка к маслам и недостаточно стойка к топливам.

Клей ВК-32-200 представляет собой фенольно-каучуковую смесь, предназначается для склеивания трубок и чехлов из ткани НТ-7 (ВТУ-СКО-2), а также для склеивания металлов, работающих длительное время (300 *ч*) при температуре 200° С и кратковременно (20 *ч*) при температурах до 300° С.

Цапонлаки (ГОСТ 5235—50) представляют собой растворы нитроцеллюлозы в летучих органических растворителях с добавлением пластификаторов. Для получения цветных цапонлаков добавляют органические красители. Применяются они для нанесения на места пайки контрольных знаков, означающих допустимое качество пайки и исполнителей пайки.

Выпускаются следующие цапонлаки: бесцветный № 951, черный № 955, красный № 956, зеленый № 959, фиолетовый № 963, синий № 964.

По внешнему виду цапонлак представляет собой вязкую жидкость, не содержащую механических примесей и хлопьевидных частиц. По высыхании пленка лака должна соответствовать эталону. Прозрачность пленки должна быть такой, чтобы сквозь нее ясно была видна поверхность металла.

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ.

БОРЬБА С РАДИОПОМЕХАМИ, МЕТАЛЛИЗАЦИЯ И ЗАЗЕМЛЕНИЕ САМОЛЕТОВ (ВЕРТОЛЕТОВ)

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Назначение металлизации. Постоянное электрическое поле земли имеет градиент около 6 *в/м*. Практически это означает, что летательный аппарат, находящийся на высоте 5000 *м*, имеет относительно земной поверхности потенциал в 30 000 *в*, а на высоте 10 000 *м* — 60 000 *в*. По мере увеличения высоты полета этот потенциал увеличивается.

В результате наличия восходящих и нисходящих потоков воздуха из-за неравномерного нагрева солнцем земной поверхности в атмосфере постоянно имеет место соседство значительных объемов воздуха, имеющих различный потенциал. Это явление имеет резко выраженный сезонный характер: оно увеличивается летом, вследствие чего происходят грозовые явления, и ослабляется (но не исчезает) зимой.

Передвигаясь в возмущенной воздушной среде, имеющей на разных участках различный потенциал электрического поля, объект может иметь на отдельных элементах своей конструкции заряды статического электричества различной и часто достаточно большой величины. При отсутствии надежного электрического соединения между деталями конструкции создаются условия, при которых возможно возникновение искровых разрядов между отдельными элементами конструкции объекта, имеющими разный по величине потенциал. Кроме того, объект, попавший в воздушную среду с меньшим потенциалом, стремится отдать ей свой бóльший потенциал, и наоборот, в случае полета в среде с большим потенциалом — повысить за счет него свой потенциал.

Разность потенциалов между деталями конструкции объекта зависит также и от его геометрических размеров: чем размеры больше, тем больше разность потенциалов (например, между концами крыльев, носовой и хвостовой частями конструкции).

Если отдельные элементы конструкции объекта между собой соединены электрически надежно (конструкция электрически целостна), процесс выравнивания заряда происходит плавно. Если электрическая целостность конструкции отсутствует, на отдельных частях ее накапливаются местные электрические заряды, часто значительной величины; разряд происходит в виде искровых или «тихих» разрядов на соседних участках конструкции объекта, имеющих меньший потенциал. Искровые разряды пожароопасны и, кроме того, являются источниками радиопомех. Количество этих разрядов может достигнуть уровня, совершенно исключающего возможность нормальной работы приемных радиостанций и радиолокаторов.

На больших тяжелых самолетах, где эти явления достигают максимальных значений, борьба с ними должна вестись особенно тщательно. Для устранения причин, вызывающих появление электрических разрядов, следует добиваться единой электрической целостности конструкции объекта путем металлизации. Металлизация обеспечивает надежный электрический контакт между отдельными деталями и агрегатами и корпусом объекта, который при однопроводной системе электрической сети является вторым (обратным) проводом. Перемычки металлизации должны иметь минимальную длину и надежный электрический контакт в местах соединения.

Величина переходных сопротивлений в определенных сочленениях экранировки и металлизации, механических соединений деталей конструкции объекта и его оборудования должна соответствовать установленным нормам и строго соблюдаться, так как ненадежные контакты могут сами явиться источниками радиопомех, а также могут служить причиной местного нагрева отдельных узлов конструкции за счет больших токов, протекающих по корпусу объекта.

Допускаемые величины переходных сопротивлений не должны превышать следующих норм:

не более 100 *мком* в местах непосредственного соединения (сочленения) фланцев антенных устройств, фильтров и статических разрядников с корпусом объекта; в местах металлизации экранирующих шлангов (оплетки) системы зажигания на двигателях;

не более 200 *мком* в местах установки конденсаторов;

не более 600 *мком* в местах непосредственного соединения всех экранов бортовой электросети и кабелей электро- и радиоаппаратуры между собой и с корпусом объекта, механических соединений деталей конструкции объекта, оборудования, а также электро- и радиоаппаратуры, устанавливаемых непосредственно на конструктивные узлы объекта;

не более 2000 *мком* в местах соединения перемычек металлизации замков откидных и съемных конструкций, а также для скользящих подшипников.

Для увеличения способности отдавать накопленный заряд в атмосферу на кромках крыла и хвостового оперения объекта устанавливаются электрические разрядники, а для снятия заряда с объекта в момент касания им земли применяются зарядосъемники.

Для уменьшения уровня помех радиоприему со стороны электрических агрегатов (коллекторов электромашин, преобразователей, контактов реле), установленных на объекте, применяются специальные меры: укорочение помехонесущих проводов и их экранирование, магнитная и электростатическая экранировка источников радиопомех и радиоаппаратуры, применение искрогасительных контуров в цепях работающих контактных устройств, применение блокировочных и проходных конденсаторов, а также защитных фильтров во входных и выходных цепях электро- и радиоаппаратуры. На объекте с однопроводной системой электрической сети к качеству соединения минусового провода электро- и радиоаппаратуры с корпусом объекта предъявляются повышенные требования. Во многих случаях минусовый провод одновременно является также перемычкой металлизации.

Снятие заряда с объекта в момент приземления и заземление его на стоянке. Возвращающийся из полета объект, особенно летом и при быстром снижении, не успевает выравнивать свой заряд и при приземлении имеет достаточно большой потенциал относительно земли. Прикосновение человека к такому объекту до его искусственного заземления может иметь **смертельный исход.** Для предотвращения подобных явлений объект снабжен автоматическими зарядосъемниками. Зарядосъемники представляют собой отрезки стальных облуженных тросов с распушенными концами, устанавливаемыми на каждой из основных и передней ногах шасси. При касании объекта земли происходит просадка амортизаторов шасси и распушенный конец троса касается земли. В этот момент происходит мгновенное стекание заряда с объекта на землю и электрический потенциал объекта относительно земли выравнивается до нуля.

Нужно иметь в виду, что из-за отсутствия прямого контакта с землей за счет резиновых шин шасси в случае неисправности зарядосъемников между объектом и землей существует разность потенциалов. Поэтому обслуживающему персоналу необходимо систематически следить за тем, чтобы концы зарядосъемников были всегда чистыми и находились в положении, обеспечивающем их касание о землю в момент приземления объекта.

Заземление объекта. Во время стоянки на земле объект должен быть заземлен. Заземление осуществляется с помощью стального троса, соединенного с корпусом и заканчивающегося штырем, который втыкают в землю, или грузиком, который кладут на бетонную площадку. Если установить трос или положить грузик

на участок земли или бетона, залитый маслом, контакта с землей не будет, и объект, хотя внешне и будет заземленным, на самом деле останется изолированным и между объектом и землей будет существовать разность потенциалов.

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОЕДИНЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КАРКАСА ОБЪЕКТА МЕЖДУ СОБОЙ

Соединение отдельных дюралевых элементов конструкции объекта между собой с помощью заклепочных швов. Наиболее рациональным по весовым соображениям является метод использования для электрического соединения элементов каркаса, листов и других деталей конструкции объекта между собой заклепочных швов. Этот метод не требует установки на объект никаких дополнительных устройств.

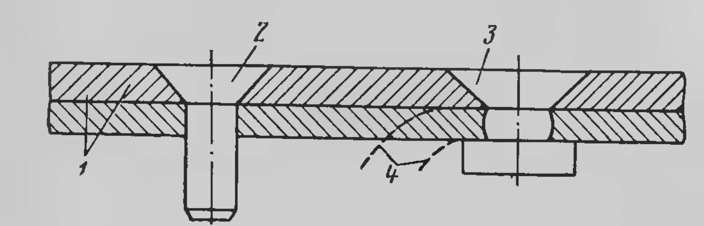


Рис. 183. Установка анодированных заклепок:

1 — склепываемые поверхности; *2* — заклепка до клепки; *3* — заклепка после клепки; *4* — зона, в которой анодированная пленка разрывается при клепке и обеспечивается контакт между заклепкой и листами

Согласно существующим нормам детали конструкции объекта и заклепки перед сборкой подвергаются анодированию. Анодный слой не является проводником и ухудшает контакт между склепываемыми деталями. При проверке таких швов на электрическое соединение установлено, что при клепке под действием молотка и поддержке тело заклепки раздается, и она приобретает вид бочонка, при этом анодная пленка на заклепке и в отверстии разрывается, и заклепка контактирует со склепываемым материалом (рис. 183). Однако такой контакт носит случайный характер.

Для получения надежного электрического соединения необходимо, чтобы каждая десятая заклепка устанавливалась бы неанодированной. Это требование распространяется на все заклепочные швы герметические и обычные, соединяющие обшивку со стрингерами, лонжероны, шпангоуты и нервюры с обшивкой и стрингерами, а также пояса лонжеронов и нервюр и каркас шпангоутов с их стенками. Это требование распространяется также на установку стыковых узлов и фитингов на обшивке шпангоутов, нервюрах и лонжеронах, клепку окантовок всех люков, имеющих площадь от 0,2 $м^2$ и выше. Это требование не распространяется на заклепочные соединения всякого рода косынок и книц со шпангоутами, стрингерами, нервюрами, а также на установку и сборку мелких кронштейнов, сборку и установку лючков площадью до 0,2 $м^2$.

На рис. 184 показаны образцы расстановки неанодированных заклепок. Если количество заклепок в отдельном узле не превышает 20, неанодированные заклепки можно не устанавливать. Неанодированные заклепки устанавливаются через каждые 300—500 *мм* погонного шва, если шов нестыковочный, и по 2 заклепки — на стыковочных швах. Установка неравномерно распределенных неанодированных заклепок (в одном месте или кучно) воспрещается (рис. 185). Для клепки дюралевых деталей неоанодированными заклепками применяются заклепки В65 и Д18.

Соединение отдельных магниевых деталей конструкции объекта между собой или магниевой детали с дюралевой с помощью клепки осуществляется аналогично соединению между собой дюралевых деталей конструкции объекта. При этом каждая 10-я заклепка из материала АМГ-5 ставится без анодирования и без смазки отверстий для заклепок.

Использование на объекте конструктивных болтовых соединений в качестве элементов металлизации и обратного провода. Стыковые и крепежные болтовые соединения, входящие в состав конструкции объекта, как правило, обеспечивают достаточно надежный электрический контакт между соединяемыми с их помощью деталями. Переходное сопротивление между двумя агрегатами объекта, соединенными болтами (в стыке между отдельными частями фюзеляжа, крыла с центропланом, мотогондолы с крылом и т. д.) не превышает 500 *мком*.

Электрическая надежность подобных стыков определяется тем, что все элементы их имеют большую площадь соприкосновения и, кроме того, в отдельных случаях перед стыковкой пришабриваются, благодаря чему, помимо связи через болты, имеет место также хороший поверхностный контакт. В болтовом стыке качество контакта определяется плотностью прилегания головки болта и гайки (рис. 186). Опорные поверхности болта и гайки имеют достаточно большую площадь прилегания к деталям конструкции.

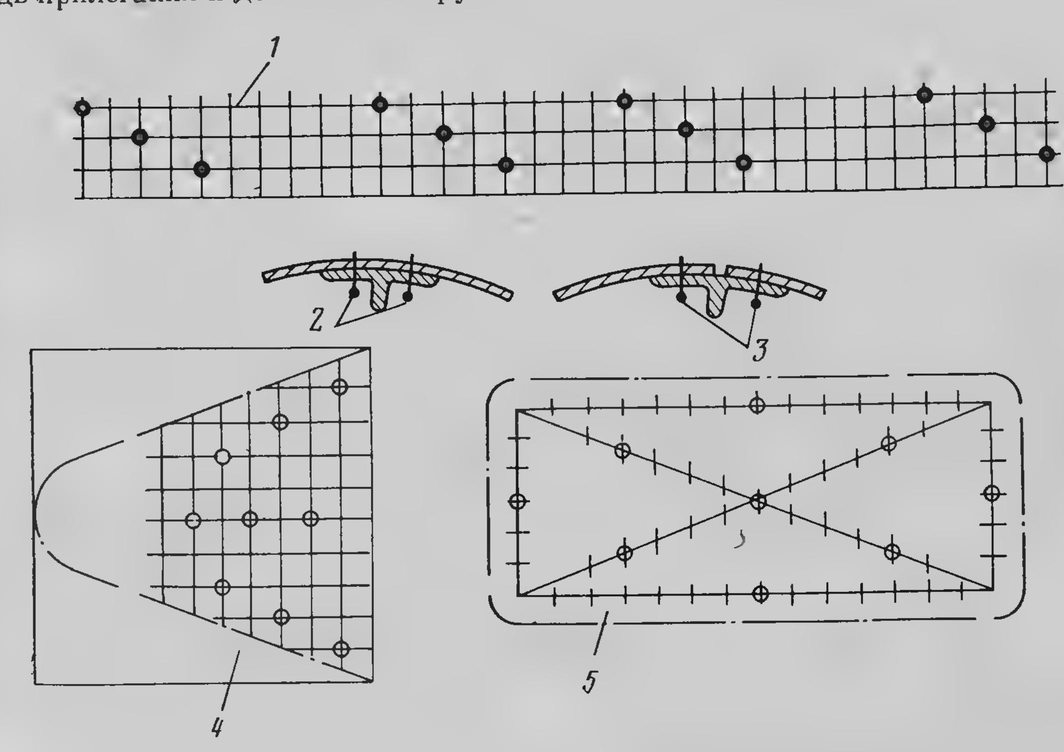


Рис. 184. Образцы расстановки неанодированных заклепок в швах:

1 — схема расстановки заклепок; *2* — расстановка заклепок в нестыковочных швах (заклепки устанавливать на одном из швов); *3* — расстановка заклепок в стыковочных швах (заклепки устанавливать на обоих швах); *4* — расстановка заклепок в узлах; *5* — расстановка заклепок на панелях и люках

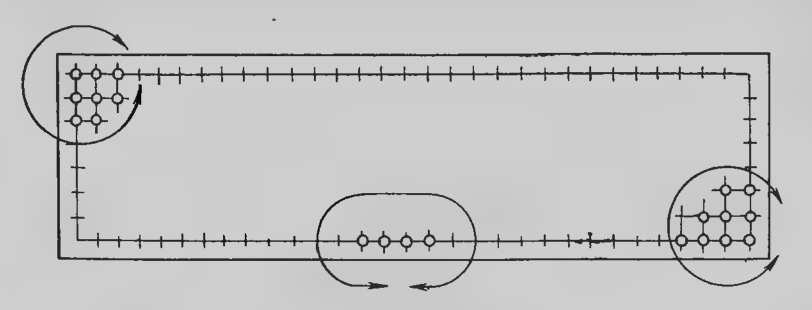


Рис. 185. Образцы неправильной расстановки неанодированных заклепок

При применении в месте сочленения деталей грунта или герметика при затяжке болтового соединения они выжимаются, а болт, гайка и шайба вступают в электрический контакт с корпусом объекта. При соединении головки болта и гайки они, проворачиваясь (особенно в случае установки шайб гровера), снимают анодную пленку и вступают в надежный контакт с деталями конструкции самолета. Электрическое соединение самого болта с гайкой осуществляется за счет резьбы, площадь соприкосновения которой весьма велика. По указанным причинам болтовые соединения отдельных стыковых узлов каркаса объекта и крепление различного рода кронштейнов, качалок и других элементов его конструкции к каркасу в специальной металлизации не нуждаются.

Для электрической разгрузки болтовых стыков объекта, в случаях если на отдельной отъемной части, соединяемой с основной конструкцией при помощи нескольких болтов, устанавливается мощный потребитель электроэнергии, электрический контакт через стыковые болты шунтируется перемычками. Эти, так называемые, минусовые перемычки между отдельными агрегатами объекта изготовляются не из плетенки, а из провода БПВЛ, сечение которого устанавливается расчетным путем.

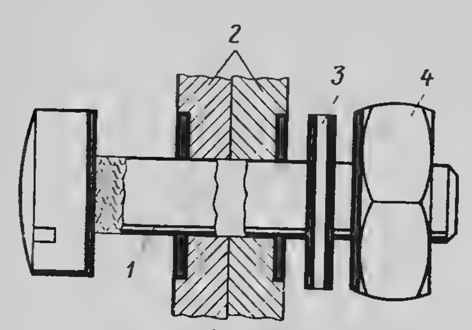


Рис. 186. Болтовое соединение (стык) деталей конструкции объекта:

1 — болт; *2* — соединяемые детали; *3* — шайба; *4* — гайка

Соединение отдельных элементов каркаса объекта с помощью перемычек металлизации. Перемычки металлизации изготовляются из провода и экранирующей плетенки. Количество перемычек, устанавливаемых на объекте, должно быть минимальным. Перемычки металлизации устанавливаются только по чертежам и по возможности в местах, доступных для осмотра. Произвольная установка на объекте дополнительных, не предусмотренных чертежами, перемычек воспрещается.

Во избежание помех радиоприемным устройствам на объекте должен быть обеспечен постоянный надежный контакт наконечников перемычек с деталями конструкции объекта. На рис. 187 показана типовая маркировка перемычки металлизации.

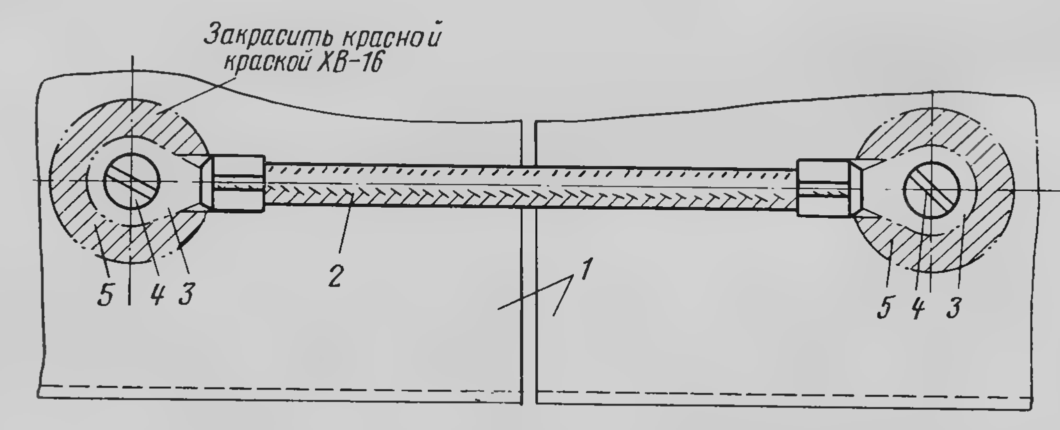


Рис. 187. Типовая маркировка перемычки металлизации:

1 — детали конструкции; *2* — перемычки металлизации; *3* — наконечник; *4* — болт; *5* — очищаемая поверхность d=25 *мм*

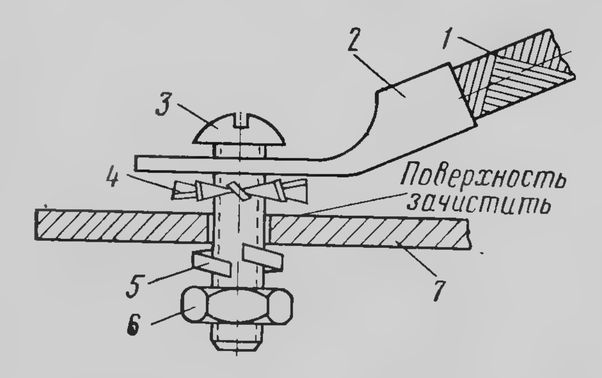


Рис. 188. Типовое крепление перемычки металлизации с помощью болта и гайки:

1 — провод; *2* — наконечник; *3* — болт; *4* — контровочная шайба «Звездочка»; *5* — контровочная шайба пружинная; *6* — гайка; *7* — деталь конструкции объекта

Порядок установки перемычки металлизации:

зачистить место крепления на конструкции до металлического блеска;

установить между наконечником перемычки и деталью конструкции объекта шайбу-гровер, шайбу «звездочку» и туго затянуть болт (гайку) (рис. 188). Шайба-гровер и шайба «звездочка» в соединениях с деталями из магниевых сплавов

не устанавливаются. При металлизации и установке перемычек на детали из магниевых сплавов на места заделки плетенки в наконечник и на всю плетенку надевается хлорвиниловая трубка. В случае необходимости допускается вместо хлорвиниловой трубки обмотка плетенки хлорвиниловой лентой.

После крепления перемычек к деталям и узлам головки болтов вместе с наконечниками покрываются двумя слоями грунта АГ-10с (второй слой с 2%

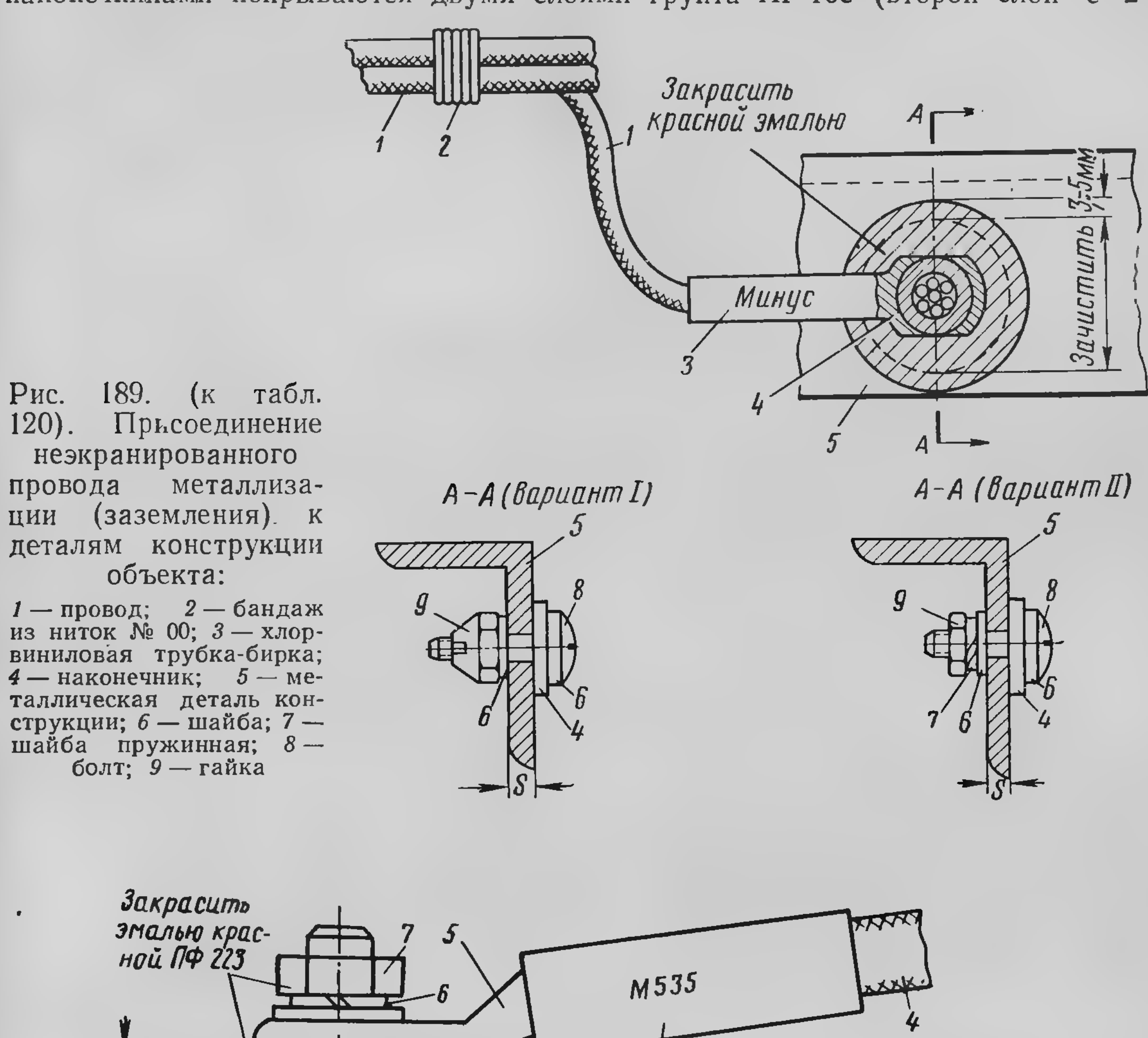


Рис. 189. (к табл. 120). Присоединение неэкранированного провода металлизации (заземления) к деталям конструкции объекта:

1 — провод; *2* — бандаж из ниток № 00; *3* — хлорвиниловая трубка-бирка; *4* — наконечник; *5* — металлическая деталь конструкции; *6* — шайба; *7* — шайба пружинная; *8* — болт; *9* — гайка

Рис. 190. Установка болта для крепления наконечника провода металлизации к деталям конструкции объекта:

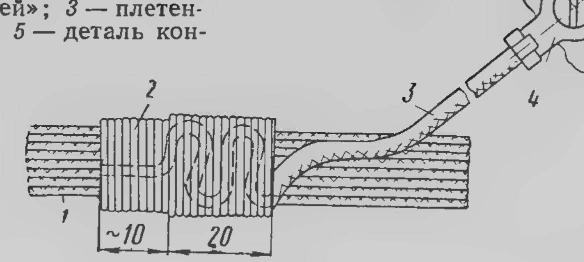
1 — болт (винт); *2* — деталь конструкции; *3* — хлорвиниловая трубка-бирка; *4* — провод; *5* — наконечник; *6* — шайба пружинная; *7* — гайка; *8* — установка под болт двух проводов (с наконечниками) металлизации к деталям конструкции

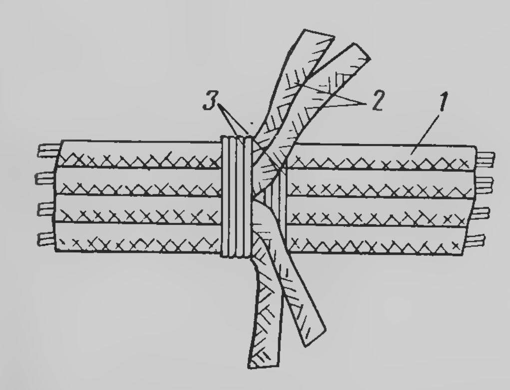
алюминиевой пудры). Грунтом АГ-10с покрываются также зачищенные места на трубопроводах, металлизированных в крепежных колодках.

Стальные болты, применяемые для металлизации и имеющие контакт с магниевыми и алюминиевыми сплавами, кадмируются, а наконечники перемычек лудятся или кадмируются. Маркировка перемычек производится красной эмалью ХВ-16 или ПФ-223. На рис. 189—196 показаны типовые крепления узлов металлизации и бандажа на плетенки.

Рис. 191. Типовой узел металлизации:

1 — провод; *2* — бандаж из ниток «Маккей»; *3* — плетенка металлизации П16×10; *4* — наконечник; *5* — деталь конструкции; *6* — болт





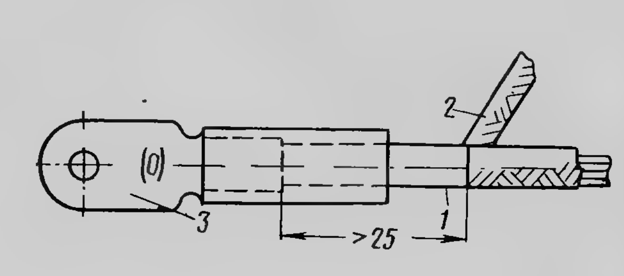


Рис. 192. Установка бандажа на экранирующие плетенки пучка экранированных проводов:

1 — провод; *2* — экранирующие плетенки; *3* — бандаж из ниток «Маккей»

Рис. 193. Заделка экранирующей плетенки в наконечник:

1 — провод; *2* — экранирующая плетенка (расстояние до наконечника не менее 25 *мм*); *3* — наконечники

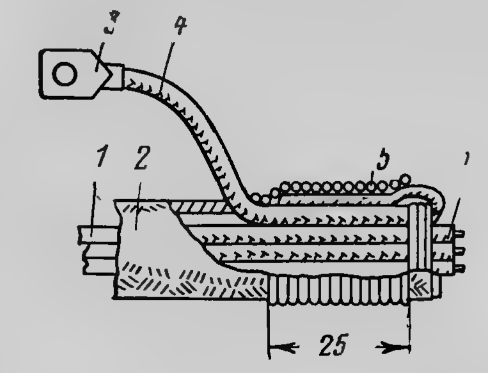


Рис. 194. Металлизация провода (электрожгута), экранированного алюминиевой плетенкой:

1 — провод; *2* — алюминиевая экранирующая плетенка; *3* — наконечник; *4* — медная экранирующая плетенка; *5* — бандаж из ниток № 00

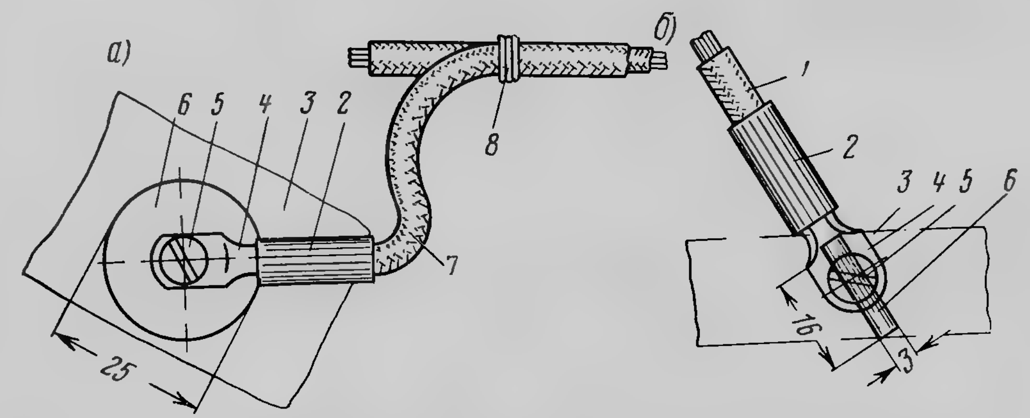


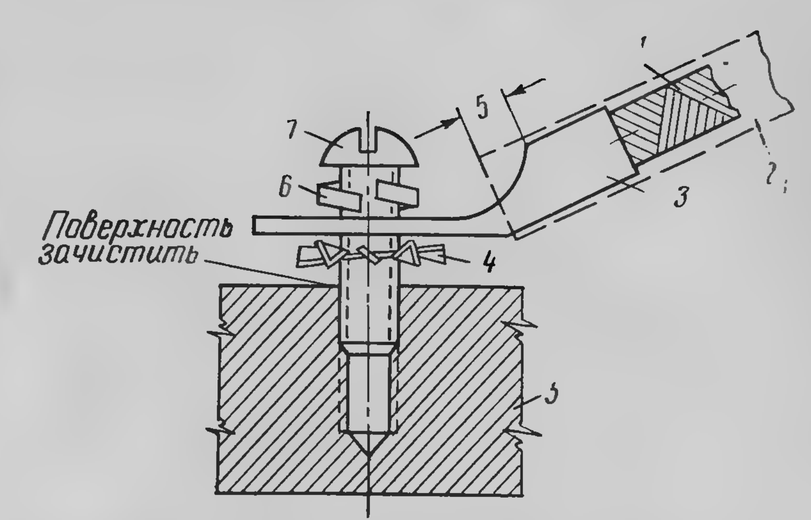
Рис. 195. Присоединение экранированного провода металлизации (заземления) к деталям конструкции объекта:

а — вариант I (контровка краской); *б* — вариант II;

1 — провод; *2* — хлорвиниловая трубка; *3* — металлическая деталь конструкции; *4* — наконечник; *5* — болт; *6* — окрашиваемая поверхность; *7* — экранирующая плетенка; *8* — бандаж из ниток № 00, 6—7 витков

Рис. 196. Типовое крепление перемычки металлизации (с хлорвиниловой трубкой) с помощью винта:

1 — провод; *2* — хлорвиниловая трубка; *3* — наконечник; *4* — контровочная шайба «Звездочка»; *5* — деталь конструкции объекта; *6* — контровочная шайба пружинная; *7* — винт



ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОЕДИНЕНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ И БАКОВ СИСТЕМ ОБЪЕКТА С КОРПУСОМ

Соединение трубопроводов с корпусом. Все трубопроводы топливной, масляной, гидравлической, воздушной, водяной и других систем объекта должны иметь надежный электрический контакт с корпусом (деталями конструкции) объекта. Не металлизируются:

отдельные отрезки трубопроводов длиной до 400—500 *мм*, соединяемые с другими трубопроводами с помощью дюритовых гибких соединений;

трубопроводы, крепящиеся с помощью приваренных к ним фланцев к каркасу объекта;

трубопроводы с фитингами, установленные на болтах и используемые в качестве раскосов в конструкции объекта.

Величина переходного сопротивления между трубопроводами и корпусом объекта не должна превышать 2000 *мком*.

Применяются четыре основных вида металлизации трубопроводов:

с помощью металлической прокладки, устанавливаемой в колодках крепления трубопроводов (рис. 197), ушка, привариваемого к трубопроводу (рис. 198), металлической ленты (рис. 199) и специальных хомутов (в резиновую прокладку хомута вплетена металлическая лента) (рис. 200).

Для металлизации трубопроводов в колодках крепления применяется лента из материала АМЦА-М-Л-0,3. Места контакта трубопроводов с лентой зачищаются до металлического блеска, свободные концы ленты подгибаются под выходящие концы болтов колодки, затем трубопроводы устанавливаются и окончательно крепятся. После крепления колодок зачищенные места на трубопроводах покрываются грунтом АГ-10с пояском шириной 5—10 *мм* с обеих сторон колодки, затем зачищенная часть покрывается эмалью ХВ-16 или ПФ-223 такого же цвета, как и трубопровод.

Соединение баков с корпусом. Бензиновые, керосиновые, масляные баки, а также баки для воды и антифриза, гидравлической жидкости должны быть обязательно соединены с корпусом объекта. Особенно тщательно металлизируются все топливные баки. Металлизация топливных баков производится следующим образом.

Металлические баки. На самом баке привариваются ушки, которые соединяются с корпусом объекта перемычками. Число перемычек на каждом баке должно быть не менее двух.

Протектированные баки. Металлическая горловина бака соединяется с корпусом объекта специальной перемычкой. Кроме того, металлизируется отрезок трубопровода, непосредственно подходящий к горловине бака.

Мягкие баки. Металлическая горловина бака соединяется с корпусом объекта специальной перемычкой. Если внутри бака имеются металлические обручи, они соединяются перемычками между собой и с горловиной бака или выводятся наружу через специальный проходной болт.

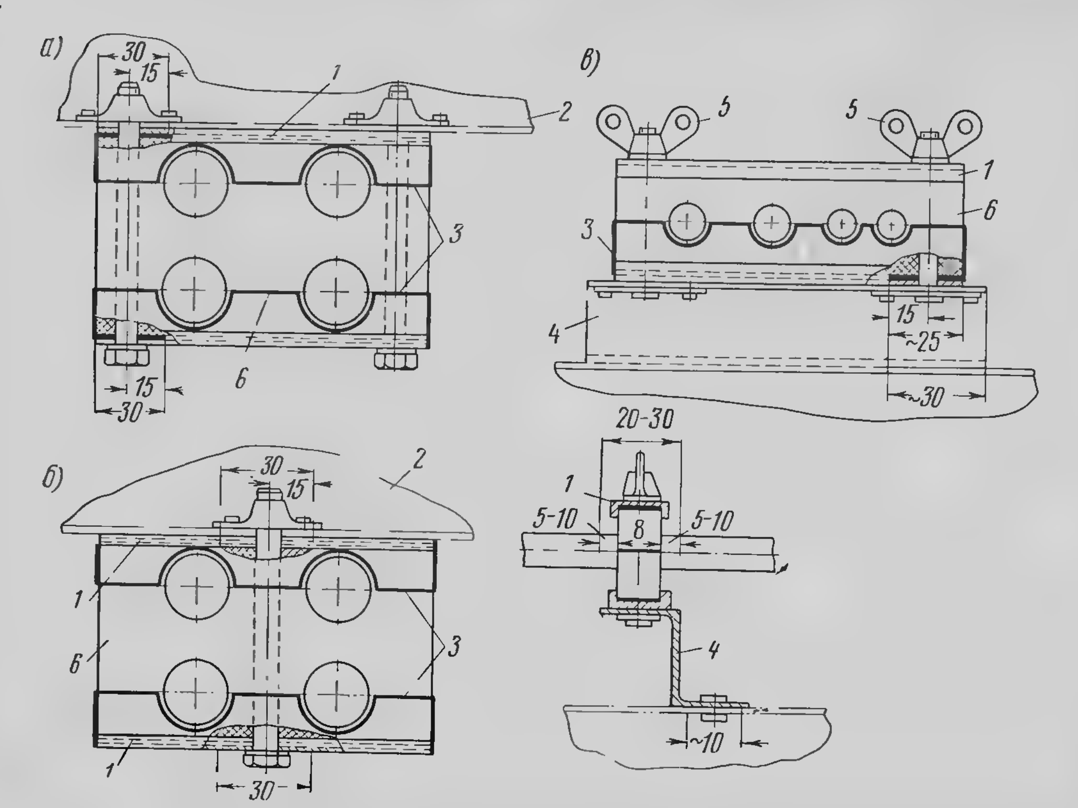


Рис. 197. Металлизация колодок для крепления трубопроводов с помощью металлической прокладки:

а — крепление колодок непосредственно к каркасу с двумя и более болтами; *б* — с одним болтом; *в* — крепление колодки к каркасу через переходную деталь; *1* — накладка; *2* — каркас; *3* — лента металлическая; *4* — переходная деталь; *5* — барашковая гайка; *6* — колодка

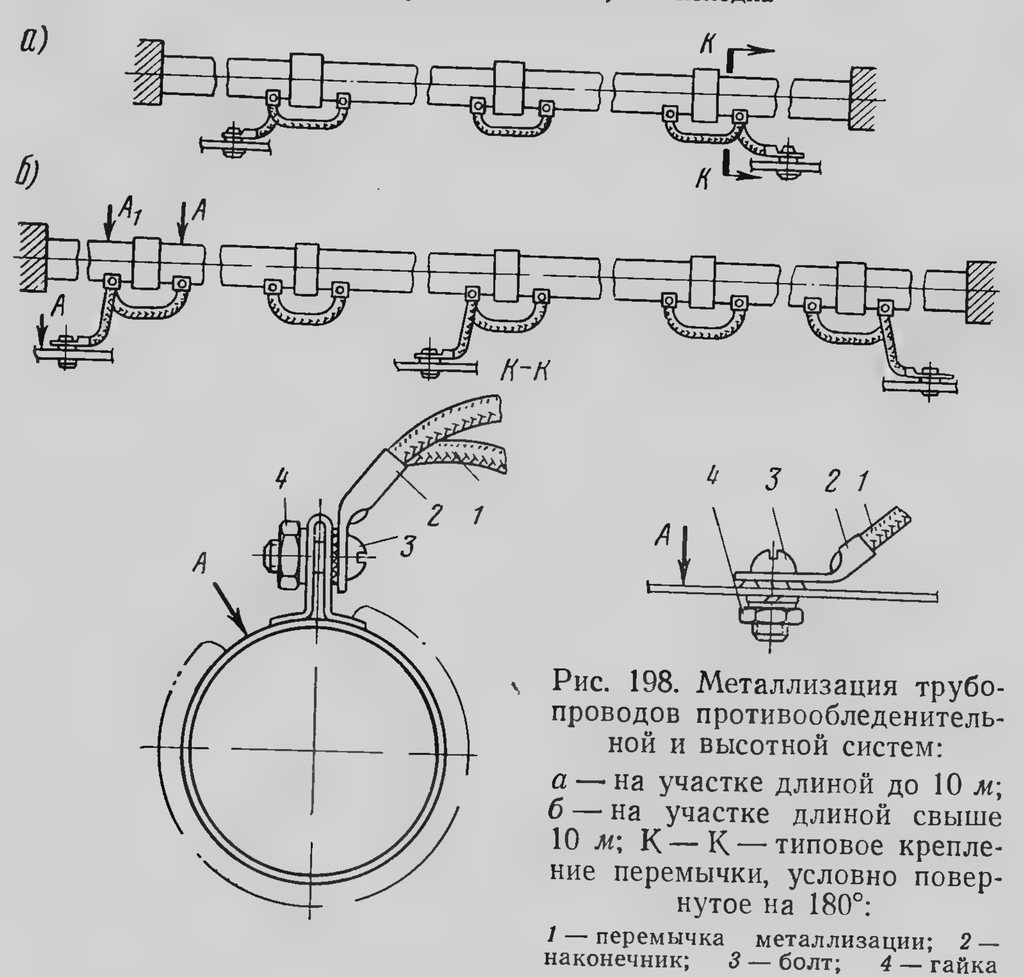


Рис. 198. Металлизация трубопроводов противообледенительной и высотной систем:

а — на участке длиной до 10 *м*; *б* — на участке длиной свыше 10 *м*; К — К — типовое крепление перемычки, условно повернутое на 180°:

1 — перемычка металлизации; *2* — наконечник; *3* — болт; *4* — гайка

Баки для всех других систем (масляной, гидравлической и др.), как правило, протекторов не имеют и соединяются с корпусом объекта с помощью перемычек, подсоединяемых под болты. Если в конструкции бака болты не предусмотрены, на нем либо приваривается специальное ухо, либо устанавливается специальный болт. Привариваемые к бакам ушки должны быть изготовлены из материала толщиной не менее 2 *мм*. Болты, применяемые для металлизации баков, должны иметь диаметр не менее 4 *мм*. Образцы узлов металлизации баков представлены на рис. 201 и 202.

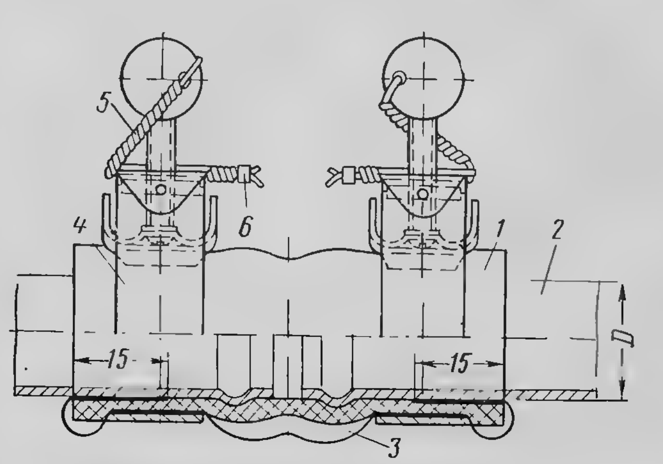


Рис. 199. Типовая металлизация трубопроводов, соединенных дюритовой муфтой и хомутами, законтренными проволокой:

1 — муфта; *2* — трубопровод; *3* — лента металлизации; *4* — хомут зажимный; *5* — контровочная проволока; *6* — пломба

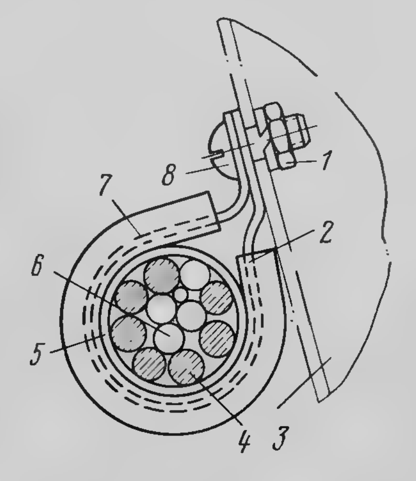


Рис. 200. Типовая металлизация хомута для крепления электрожгута в экранирующем шланге:

1 — гайка; *2* — металлическая лента; *3* — металлическая деталь конструкции объекта; *4* — провода в экранирующем шланге (плетенке); *5* — экранирующий шланг; *6* — провод без экранирующего шланга; *7* — хомут для крепления электрожгута; *8* — болт

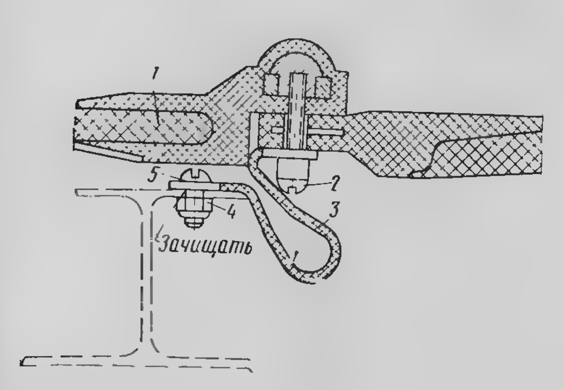


Рис. 201. Металлизация резинового бака:

1 — резиновый бак; *2* — винт; *3* — перемычка металлизации; *4* — гайка; *5* — болт

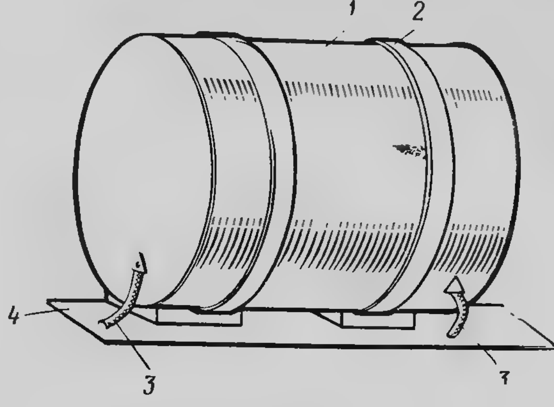


Рис. 202. Металлизация металлического бака:

1 — металлический бак; *2* — хомут для крепления бака; *3* — перемычка металлизации; *4* — металлическая деталь объекта

МЕТАЛЛИЗАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОМ И ДВИГАТЕЛЯМИ

Металлизация деталей жесткой конструкции в системах управления самолетом и двигателями. Штурвал и тяги жесткого управления самолетом металлизируются с помощью соединения их перемычками с корпусом.

Для металлизации трубчатых тяг управления устанавливаются перемычки, соединяющие каждые два отрезка труб между собой, а каждые 2—3 отрезка труб соединяются перемычкой с деталями конструкции (корпусом объекта). При установке переходных качалок в системах управления подходящие к качалке трубы соединяются перемычками с качалкой, а сама качалка соединяется с корпусом объекта.

При металлизации деталей и узлов в системах управления перемычки металлизации подбираются так, чтобы они были как можно короче и вместе с тем надежно обеспечивали ход каждой тяги и качалки управления в диапазоне допусков. Перемычки металлизации при изменении положения объекта не должны попадать в подвижные детали систем управления. При установке перемычек металлизации в системах управления объектом и двигателями должны выполняться все общие требования по защите поверхностей их от коррозии (зачищенные места на поверхности металлических деталей после их присоединения должны быть покрыты эмалью ХВ-16 или ПФ-223 красного цвета).

Металлизация деталей тросового типа в системах управления объектом и двигателями. Металлизация деталей тросового управления осуществляется путем установки в системе управления текстолитовых и металлических роликов. В местах установки металлических роликов переходное сопротивление между тросом и роликом не должно превышать 2000 *мком.* Замеряют переходное сопротивление в начале и в конце хода троса.

МЕТАЛЛИЗАЦИЯ АГРЕГАТОВ ОБЪЕКТА

Металлизация подвижных агрегатов объекта. Обязательной металлизации подлежат подвижные части: рули поворота и высоты, элероны, триммеры, закрылки, фермы и створки шасси, входные люки и двери. Металлизация этих агрегатов производится установкой перемычек рядом с точками их подвеса (рис. 203—206). Перемычки должны быть возможно короткими, но не должны ограничивать движение и ход агрегатов. Величина переходного сопротивления в точках крепления перемычек не должна превышать 2000 *мком.* Места установки и количество перемычек для подвижных агрегатов определяются следующим образом:

на агрегат площадью до 2 $м^2$ (например, люки) устанавливаются одна-две перемычки;

на агрегат площадью свыше 2 $м^2$ — две-три перемычки.

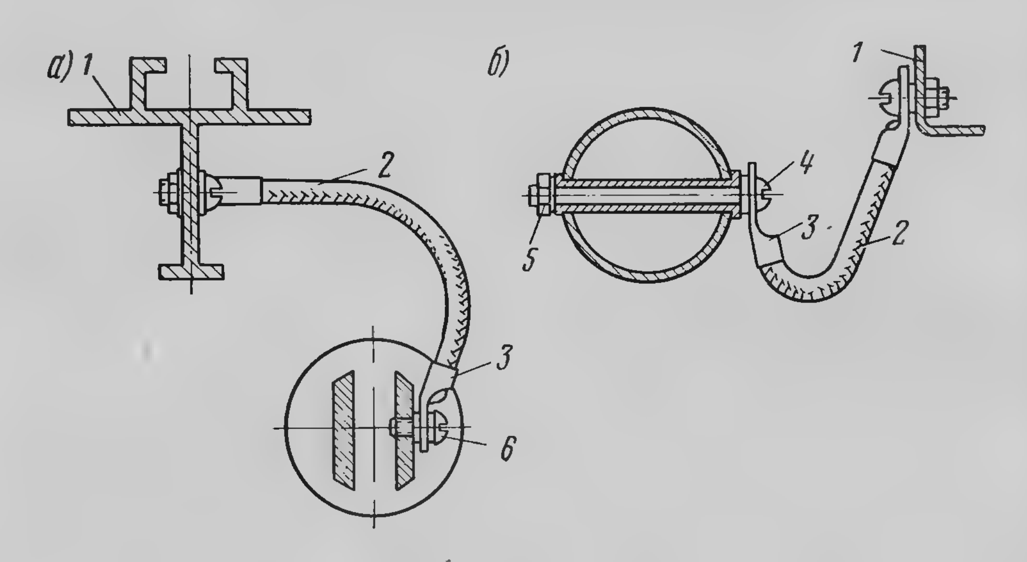


Рис. 203. Типовая металлизация тяг системы управления самолетом:

а — тяга руля поворота; *б* — тяга руля высоты;

1 — металлическая деталь объекта; *2* — перемычка металлизации; *3* — наконечник; *4* — болт; *5* — гайка; *6* — винт

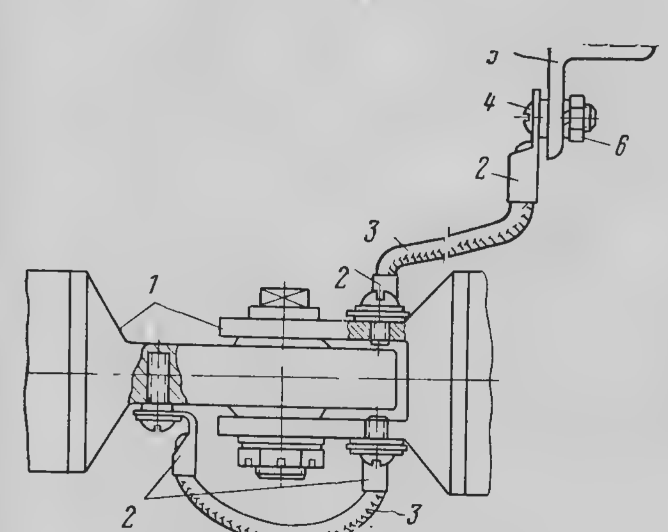


Рис. 204. Металлизация тяг системы управления объектом в отъемной части крыла:

1 — тяга; *2* — наконечник; *3* — перемычка металлизации; *4* — болт; *5* — металлическая деталь конструкции; *6* — гайка

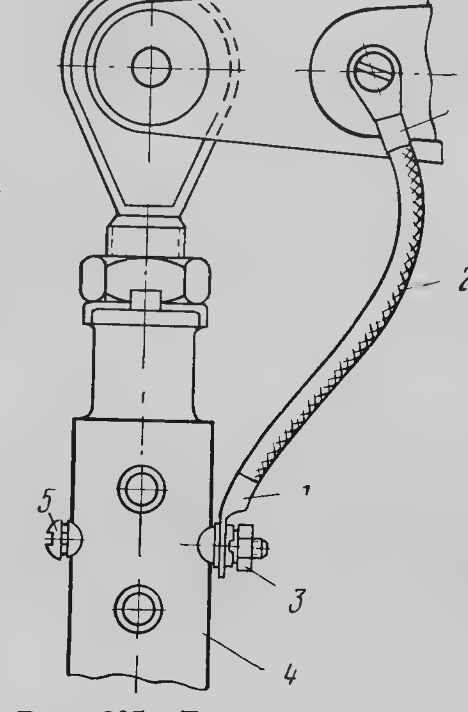


Рис. 205. Типовая металлизация качалки и тяги системы управления объекта:

1 — наконечник; *2* — перемычка металлизации; *3* — гайка; *4* — тяга управления; *5* — болт

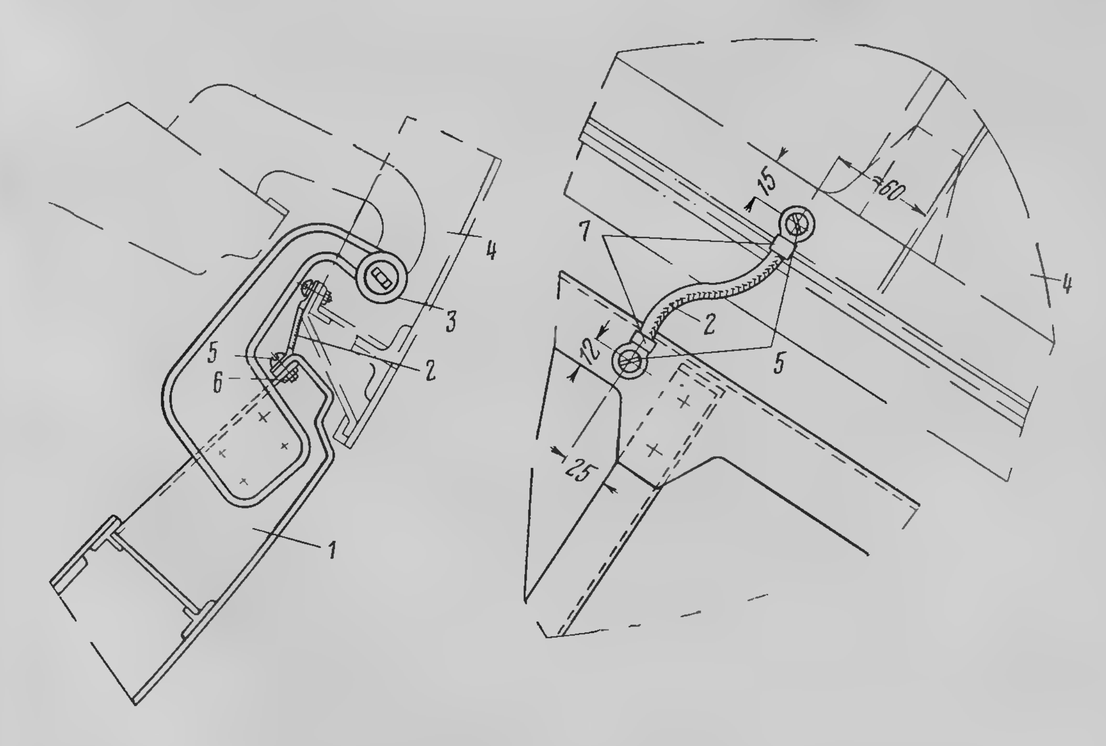


Рис. 206. Типовая металлизация крышки люка:

1 — крышка люка; *2* — перемычка металлизации; *3* — шарнир; *4* — неподвижная металлическая деталь конструкции; *5* — болт; *6* — гайка; *7* — наконечник

Крышки люков без резиновых и других изоляционных прокладок в специальной металлизации не нуждаются и на них перемычки металлизации не устанавливаются.

Металлизация агрегатов спецоборудования. На объекте металлизируются все агрегаты и блоки радио-, электро- и приборного оборудования. При этом с корпусом объекта соединяются приборные доски, пульты управления, электрощитки, панели, распределительные устройства. Тип перемычек металлизации и места их установки указываются в чертежах. Многие элементы спецоборудования металлизируются без применения перемычек.

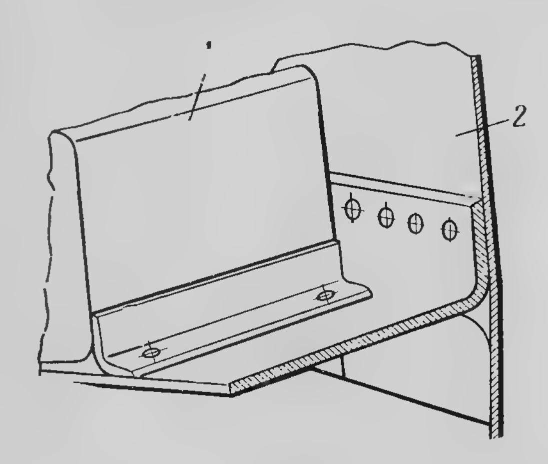


Рис. 207. Металлизация блоков (агрегатов) спецоборудования без перемычек:
1 — блок (агрегат) спецоборудования; *2* — металлическая деталь конструкции объекта

При металлизации агрегатов, блоков, коробок, панелей, щитков и других элементов спецоборудования самолета без перемычек (рис. 207) поверхности этих изделий и поверхности установочных мест (кронштейнов), соприкасающиеся между собой, зачищаются до металлического блеска для обеспечения на-

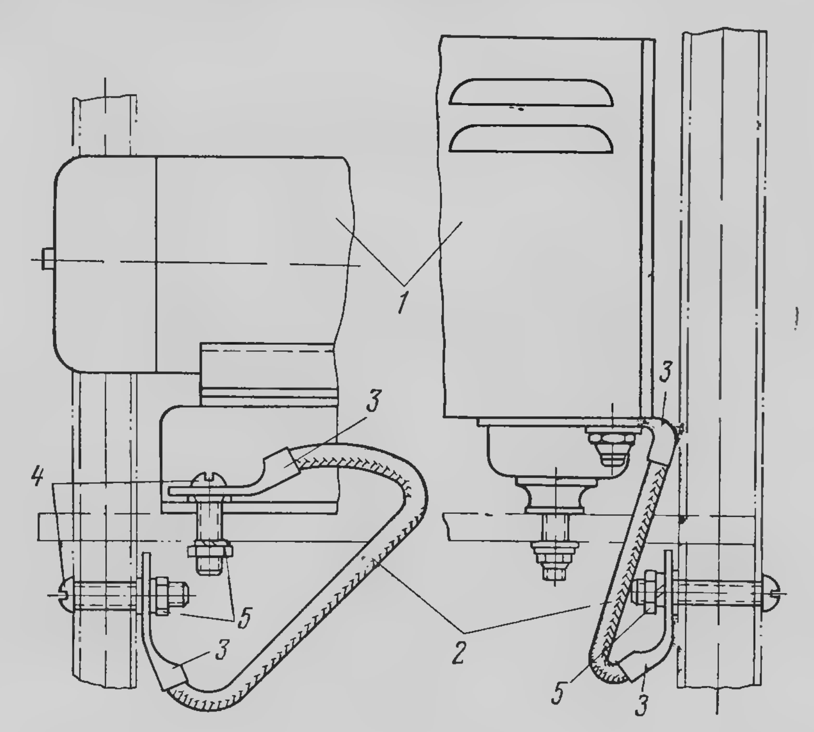


Рис. 208. Металлизация блоков спецоборудования при помощи перемычек:
1 — блоки спецоборудования; *2* — перемычка металлизации; *3* — наконечник; *4* — болт; *5* — гайка

дежного контакта изделия с корпусом объекта. После установки изделий места с нарушением покрытия закрашиваются грунтом АГ-10с, а затем эмалью ХВ-16 или ПФ-223 под цвет агрегата. Величина переходного сопротивления в местах установки изделий специального оборудования не должна быть более 600 *мком*. Типовые узлы металлизации агрегатов специального оборудования показаны на рис. 208.

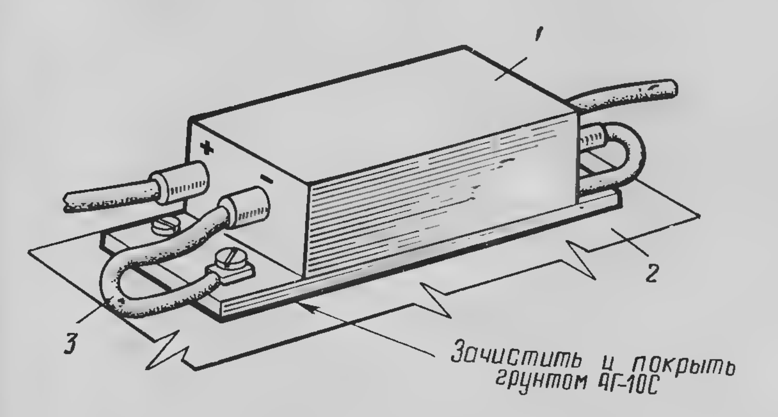
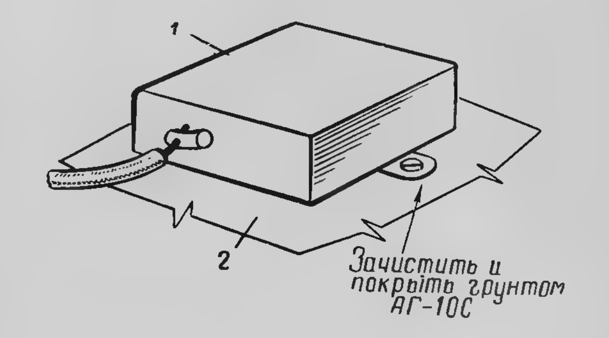


Рис. 209. Металлизация фильтра:
1 — фильтр; *2* — металлическая деталь конструкции объекта; *3* — перемычка металлизации

Конденсаторы и фильтры металлизируются так же, как агрегаты и блоки (рис. 209, 210). Величина переходного сопротивления между конденсатором и корпусом объекта не должна превышать 200 *мком*, а между фильтром и корпусом объекта — 100 *мком*.

Металлизация агрегатов гидравлической системы объекта. Силовые агрегаты гидравлической системы (гидравлические цилиндры, гидроаккумуляторы) в специальной металлизации не нуждаются: соединение их с корпусом объекта осуще-

Рис. 210. Металлизация конденсатора:
1 — конденсатор; *2* — металлическая деталь конструкции объекта



ствляется за счет болтов крепления или подведенных к ним трубопроводов. Металлизация всех других агрегатов гидросистемы (панелей, бачков, трубопроводов) не имеет особенностей и выполняется так же, как и аналогичных агрегатов, установленных в других системах объекта.

МЕТАЛЛИЗАЦИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ

Металлизация двигателей осуществляется на основании общих требований, предъявляемых к защите радиоприемных устройств на объекте от электрических помех. Она осуществляется как при помощи перемычек, так и без них — за счет непосредственного контакта между агрегатами и деталями, требующими металлизации, и корпусом двигателя.

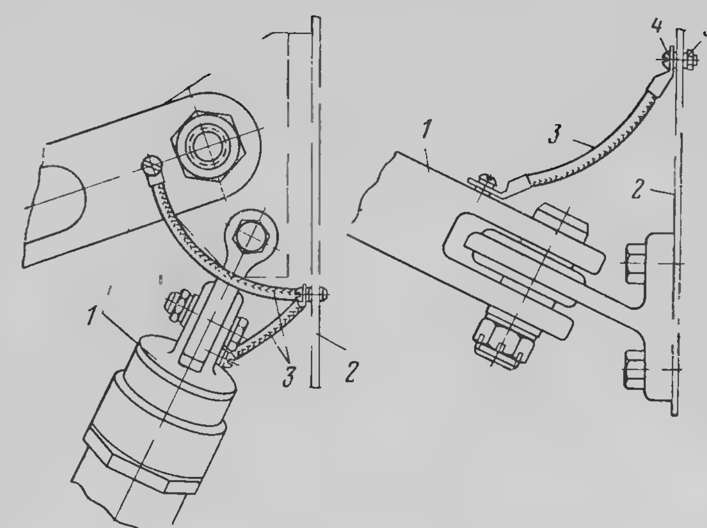


Рис. 211. Типовая металлизация подкосов крепления авиадвигателя:
1 — подкос крепления авиадвигателя; *2* — деталь металлической конструкции объекта; *3* — перемычка металлизации; *4* — болт; *5* — гайка

Перед установкой двигателя проверяется качество металлизации агрегатов зажигания, экранировки высоковольтных проводов, пусковых катушек. Величина переходного сопротивления между контактирующими поверхностями этих агрегатов и деталей и корпусом двигателя не должна превышать 100 *мком.*

Металлизации подлежат все шарнирные узлы подвески двигателей. На рис. 211 показана типовая металлизация подкосов крепления, а на рис. 212 — типовая металлизация узлов подвески двигателя.

Величина переходного сопротивления для этих точек металлизации допускается не более 2000 *мком.*

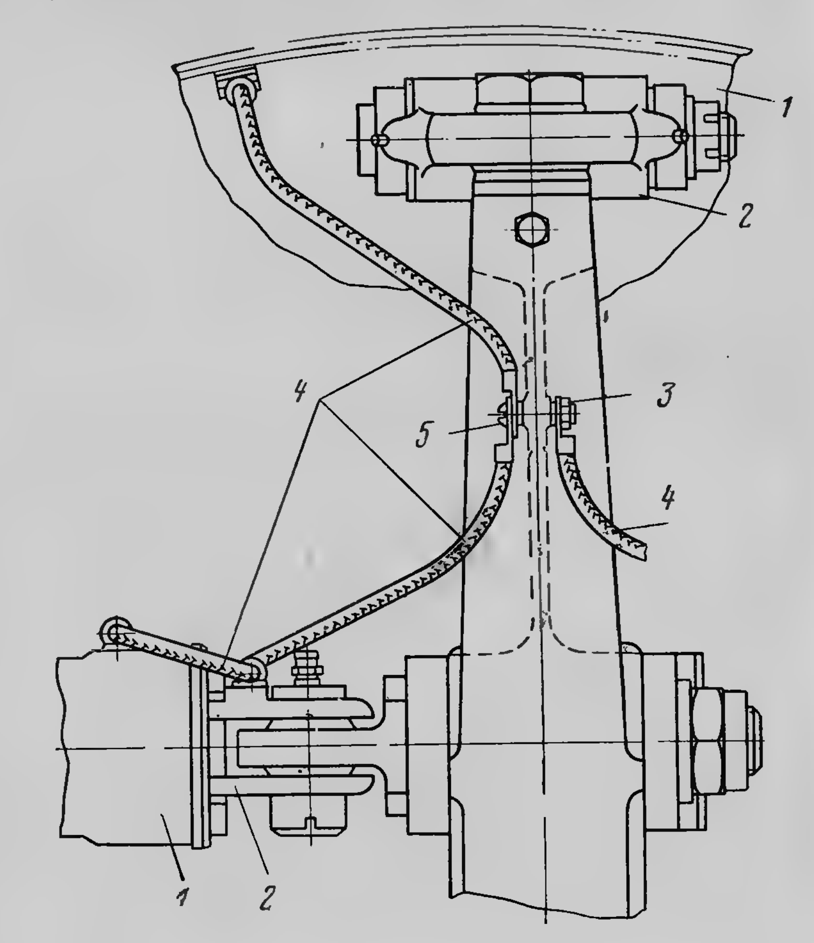


Рис. 212. Типовая металлизация узлов подвески авиадвигателя:
1 — металлическая деталь конструкции; *2* — узел подвески двигателя; *3* — гайка; *4* — перемычка металлизации; *5* — болт

ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЕ РАЗРЯДНИКИ

Электростатический разрядник представляет собой острие, вынесенное за пределы контура объекта, с которого статический электрозаряд «бесшумно», не создавая помех радиоприему, стекает в атмосферу. Электростатические разрядники устанавливаются на концах крыльев и хвостового оперения. Переходное сопротивление между основанием разрядника и деталями конструкции объекта не должно превышать 100 *мком.* Места установки разрядников покрываются эмалью ПФ-223 черного цвета. На рис. 213 показана типовая установка электростатического разрядника.

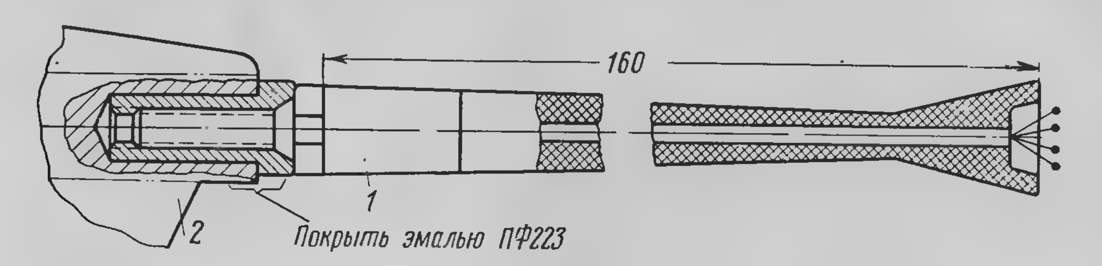


Рис. 213. Типовая установка электростатического разрядника:
1 — статический разрядник; *2* — металлическая деталь конструкции объекта

ПРИСОЕДИНЕНИЕ ПРОВОДА МЕТАЛЛИЗАЦИИ К ДЕТАЛЯМ КОНСТРУКЦИИ

При плохом выполнении металлизации большие токи, проходящие через соединения с большими переходными сопротивлениями, могут вызвать электрокоррозию. Таким образом, плохая металлизация может нанести бо́льший ущерб при эксплуатации летательного аппарата, чем ее отсутствие. Поэтому металлизация и экранировка требуют тщательного ухода. Контроль за металлизацией осуществляется методом осмотра всех перемычек металлизации на объекте при выполнении регламентных работ. При этом определяются их исправность и надежность крепления. Отличительным признаком точек металлизации является красное круглое пятно или красная полоса, нанесенные эмалевой краской. Если на закрашенных местах в точках металлизации пленка краски не имеет повреждений (разрывов), это свидетельствует о том, что контакт металлизации не нарушен. Однако во всех случаях, когда требуется точная оценка качества контакта в точке металлизации, нужно замерить переходное сопротивление этого контакта с помощью микроомметра. Щупы микроомметра должны устанавливаться на расстоянии не более 20—30 *мм* от точек присоединения наконечников перемычек или мест болтового, заклепочного или соединения другого типа.

Места присоединения провода или экранирующей плетенки к деталям конструкции объекта должны быть тщательно зачищены шарошкой в круге диаметром более лапки наконечника на 3—5 *мм.* На зачищенном металле не должно оставаться никаких следов от бывших до зачистки покрытий. После установки наконечника головки болтов вместе с наконечниками покрываются красной эмалью ПФ-223 (см. рис. 189). Это необходимо для предохранения от коррозии и контроля сохранности надежного контакта.

При сечении провода металлизации более 13 *мм²* наконечник крепится к массивным деталям конструкции, имеющим надежный электрический контакт с корпусом конструкции. Жгуты, имеющие общий экранирующий шланг, металлизируются путем намотки на жгут 3—4 витков плетенки П6×10. Дальнейшая заделка таких жгутов производится так же, как экранированных проводов. На экранирующие плетенки пучка экранированных проводов накладывается общий бандаж (см. рис. 192).

Для металлизации экранированного провода экранирующую плетенку нужно освободить от провода (на расстоянии, обеспечивающем монтаж ее без натя-

жения). Конец плетенки (основной или дополнительной, являющейся продолжением основной), заделать в наконечник (см. рис. 137). В один наконечник разрешается заделывать не более трех плетенок и не более трех минусовых проводов сечением каждый до 2,5 *мм*² включительно.

На провода в экранированной оплетке или перемычки металлизации, проходящие вблизи токонесущих шин, наконечников и контактных болтов, надеваются хлорвиниловые трубки соответствующего размера или они изолируются другими изоляционными материалами. Данные для подбора деталей крепления проводов металлизации и нормы переходного сопротивления в точках присоединения проводов приведены в табл. 120, 121.

Таблица 120

Данные для подбора деталей крепления проводов металлизации и нормы переходного сопротивления

Минимально допустимая толщина элемента каркаса (S), *мм*	Сечение провода, *мм*²	Наконечник	Винт	Гайка, шайба	Переходное сопротивление, не более, *мком*
Вариант I (рис. 189)					
0,8	0,75; 1,5 2,5; 3 4,5; 15	6091С2 6091С5 6091С8	3170А4 или 3241А4	3373А4 3401А1-4-10	2500 1500 1000
1,5	6,0 8,8; 10 13	6091С11 6091С13 6092С1	3170А5 или 3241А4	3373А5 3401А1-5-10	800 500 500
2	16 21; 25 35 41	6092С7 6092С12 6092С16 6092С20	3170А6 или 3241А4	3373-А6 3401А1-6-12	400 200 200 200
3	50 70 95	6092С25 6092С29 6092С32		3315А10 3401А1-10-18	150 150 100
Вариант II					
0,8	1,25; 1,5 2,5; 3 4; 5,15	6091С2 6091С5 6091С8	3170А4 или 3241А4	3302А4 3401А1-4-10 шайбы пружин. (по 509АТ)	2500 1500 1000
1,5	6,0 8,8; 10 13	6091С11 6091С13 6092С1	3170А5 или 3241А4	3302А5 3401А-1-5-10 шайбы пружин. (по 509АТ)	800 500 500
2	18 21; 25 35 41	6092С7 6092С12 6092С16 6092С20	3170А6 или 3241А4	3302А6 3401А-1-6-12 шайбы пружин. (по 509АТ)	400 200 200 200
3	50 70 95	6092С25 6092С29 6092С32		3315А10 3401А1-10-18	150 150 100

Для металлизации провода (электрожгута), экранированного алюминиевой плетенкой, алюминиевая плетенка раздвигается, вставляется медная плетенка, которая пропускается под алюминиевой и отгибается через ее край. На отогнутую часть медной плетенки накладывается бандаж из ниток № 00, а второй конец этой плетенки заделывается в наконечник металлизации (см. рис. 194).

Для металлизации экранированных проводов экранирующая плетенка освобождается от провода и в этом месте на провод накладывается бандаж из ниток № 00, затем плетенка заделывается в наконечник, на который надевается хлорвиниловая трубка (см. рис. 195). На этом же рисунке показаны два варианта контровки контактного болта (винта) и наконечника металлизации с помощью эмали ПФ-223 (или ХВ-16) красного цвета.

При установке перемычек металлизации под винт (см. рис. 196) или под болт (см. рис. 188) для контровки применяются пружинная шайба (шайба-гровер) и шайба «звездочка». При затяжке винта (болта) шайба «звездочка» врезается в тело металлизируемой поверхности детали, создавая, таким образом, надежный электрический контакт и надежное крепление элементов металлизации.

Трубопроводы противообледенительной и высотной систем соединяются между собой перемычками металлизации в местах стыка по всей магистрали, а затем перемычкой «на корпус» к детали конструкции объекта. Трубопровод магистрали длиной до 10 *м* соединяется с металлическими деталями конструкции двумя перемычками в начале и в конце магистрали (см. рис. 198, *а*). Трубопровод магистрали длиной свыше 10 *м* соединяется с металлическими деталями конструкции тремя перемычками: в начале, в середине и в конце магистрали (см. рис. 198, *б*). Места присоединения перемычек к металлическим деталям конструкции, как правило, даются в чертежах.

ПРИСОЕДИНЕНИЕ МИНУСОВЫХ ПРОВОДОВ К КОРПУСУ ОБЪЕКТА

Точки присоединения минусовых проводов выбираются в таком месте, где это не вызывает недопустимого уменьшения прочности конструкции. Эти точки не должны подвергаться прямому попаданию воды, топлива и гидросмеси и должны быть легко доступны для осмотра и демонтажа минусовых проводов. Минусовые провода, как правило, присоединяются к корпусу объекта вблизи агрегатов, от которых они отходят. Минусовые провода длиной до 80 *мм* разрешается не крепить хомутами.

Применяются три способа присоединения минусовых проводов к корпусу:

присоединение с помощью минусовой клеммы по нормали 5461А (рис. 214). Этот способ позволяет осуществить крепление клеммы к корпусу и присоединение наконечников к клемме без зачистки контактирующих между собой поверхностей. Минусовая клемма устанавливается в местах, предусмотренных чертежами. Заклепки применяются без покрытия;

присоединение с помощью болта и гайки (рис. 215). Этот способ рекомендуется применять при ремонтных работах;

присоединение с помощью болта и самоконтрящейся гайки по нормали 3381А (рис. 216). Этот способ применяется для присоединения провода к минусовым панелям, устанавливаемым на корпусе в местах с ограниченным пространством.

При присоединении минусовых проводов 2-м и 3-м способами необходимо производить зачистку поверхности корпуса, контактирующей с наконечником.

Под один болт или клемму разрешается крепить не более трех наконечников с проводами сечением до 1,98 *мм*², не более двух наконечников с проводами сечением до 4 *мм*² и не более одного наконечника с проводом сечением 5,15 *мм*² и выше.

В особо ответственных случаях при сечении проводов более 4 *мм*² производят проверку момента затяжки тарированным ключом. Величина момента затяжки должна соответствовать нормам, приведенным в табл. 121.

Присоединение минусовых проводов с помощью болта и гайки (см. рис. 215) и с помощью болта и самоконтрящейся гайки (см. рис. 216) нужно производить не позднее, чем через шесть часов после зачистки места присоединения. Зачистку производить до металлического блеска. Размеры зачищаемой поверхности должны

Таблица 121

Данные для подбора деталей крепления минусовых проводов к корпусу объекта (рис. 214—216)

Сечение провода, *мм²*	*S* не менее, *мм*	Наконечник	Клемма минусовая	Гайка	Шайба пружинная	Шайба	Заклепка		Болт (1 шт.)	Гайка самоконтрящаяся, двухушковая (1 шт.)	Заклепка (2 шт.)	Допустимая сила тока, не более, *а**	Переходное сопротивление, не более, *мком*	Момент затяжки болта, гайки, *кГсм*	
							обозначение	количество						Сталь 45	Сталь 30ХГСА
1,0															
1,25	1	2870А-2-1	5461А-1	3373А-4-кд	4Н65Г-кд ГОСТ 6402—61	2154А-4-кд	3503А-2,6-*L*		3051А-4-*L*-кд	3381А-4-кд		120	600	—	—
1,5															
1,93															
2,5		2870А-6-1													
3,0															
4,0		2870А-10-1													
5,15															
6,0	1,5	2870А-13-1	5461А-2												
8,8		2870А-15-1													
10,0				3302А-5-кд	5Н65Г-кд ГОСТ 6402—61	2154А-5-кд	3503А-3-*L*	2	3003А-5-*L*-кд	3381А-5-кд	3549А-2,6-*L*	130	500	27	40
13,0		6092С54-1													
16,0		6092С54-6													
21,0	2,5	6092С54-11	5461А-3				3503А-4-*L*					190	400		
25,0															
35,0	3,0	6092С54-16	5461А-4	3302А-6-кд	6Н65Г-кд ГОСТ 6402—61	2154А-6-кд		2	3003А-6-*L*-кд	3381А-6-кд		260	300	55	65
41,0		6092С54-20													
50,0		6092С54-24	5461А-5	3302А-8-кд	8Н65Г-кд ГОСТ 6402—61	2154А-8-кд	3503А-6-*L*	4	3003А-8-*L*-кд	—	—	290	200	110	165
70,0	4,0	6092С54-29	5461А-6	3302А-10-кд	10Н65Г-кд ГОСТ 6402—61	2154А-10-кд			3003А-10-*L*-кд	—	—	440		230	355
95,0		6092С54-32											100		

* Величины допускаемых токов приведены для максимального количества присоединяемых минусовых проводов.

быть на 3—5 *мм* больше размеров контактной поверхности наконечника (кадмированные, оцинкованные, луженые поверхности не требуют зачистки, их только обезжиривают).

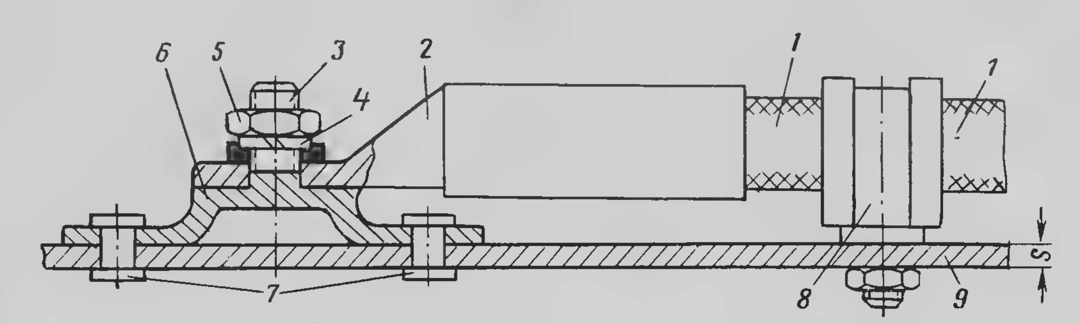


Рис. 214. Присоединение минусового провода к корпусу объекта с помощью минусовой клеммы (1-й способ):

1 — провод; *2* — наконечник; *3* — минусовая клемма; *4* — шайба пружинная; *5* — гайка; *6* — кронштейн минусовой клеммы; *7* — заклепка; *8* — хомут; *9* — металлическая деталь объекта

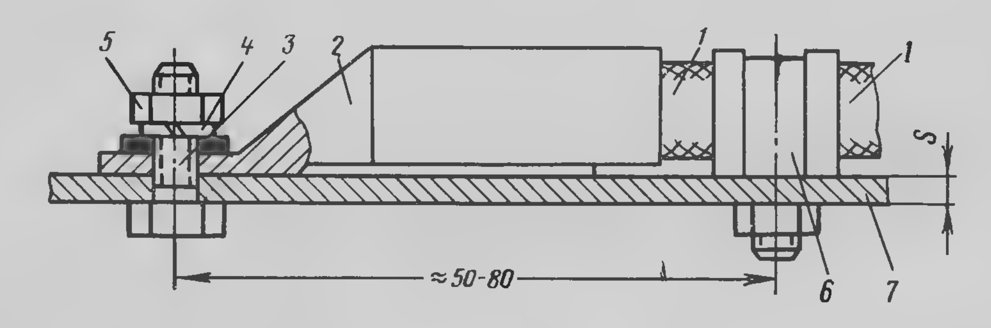


Рис. 215. Присоединение минусового провода к корпусу объекта с помощью болта и гайки (2-й способ):

1 — провод; *2* — наконечник; *3* — болт; *4* — шайба пружинная; *5* — гайка; *6* — хомут; *7* — металлическая деталь объекта

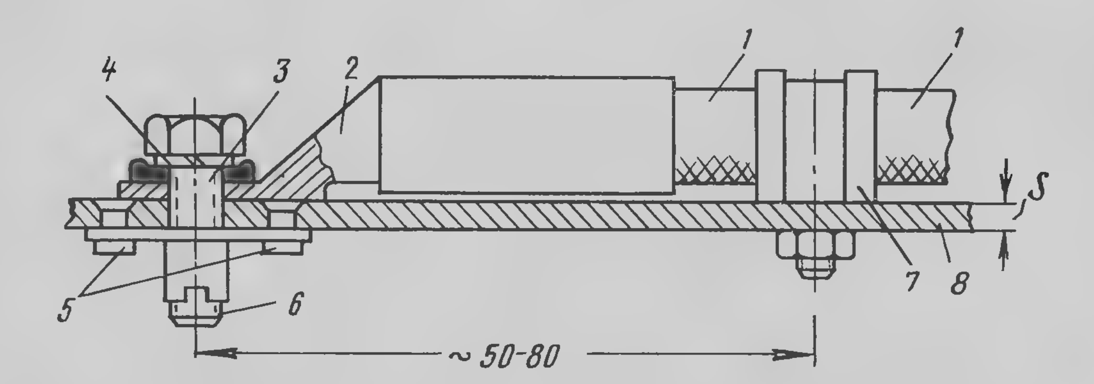


Рис. 216. Присоединение минусового провода к корпусу объекта с помощью болта и самоконтрящейся гайки (3-й способ):

1 — провод; *2* — наконечник; *3* — болт; *4* — шайба пружинная; *5* — заклепка; *6* — самоконтрящаяся гайка; *7* — хомут; *8* — металлическая деталь объекта

Узел присоединения минусовых проводов к корпусу должен быть закрашен красной эмалью ХВ-16 или ПФ-223. При этом защитные покрытия (грунты, лаки,

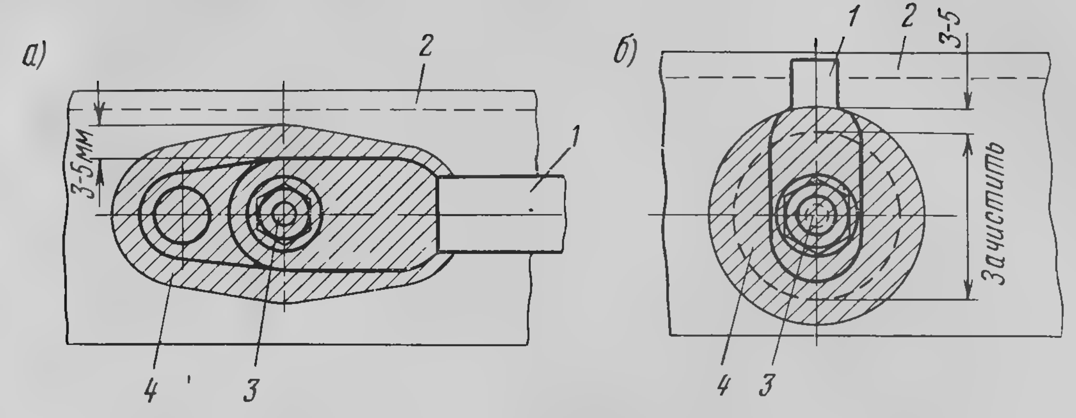


Рис. 217. Окраска узла присоединения минусового провода:
а — для 1 способа (рис. 214); *б* — для 2 и 3 способов (рис. 215 и 216)

1 — наконечник минусового провода; *2* — металлическая деталь объекта; *3* — контактный болт с гайкой; *4* — окрашиваемая поверхность

краски) не должны затекать между контактирующими поверхностями (рис. 217). Переходные сопротивления между наконечником и корпусом самолета после покрытия не должны превышать норм, указанных в табл. 121.

ЭКРАНИРОВАНИЕ БОРТОВОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ОБЪЕКТОВ

На современных объектах источником помех для работы радиоприемных устройств различного назначения являются самолетные генераторы с их регулирующей аппаратурой, электродвигатели механизмов, преобразователи, аппаратура зажигания (на поршневых двигателях), реле и другие агрегаты электрооборудования, которые имеют непостоянный контакт в электрической цепи или работают в повторно-кратковременном режиме.

Искрящий контакт создает в электрической цепи пульсации тока и напряжения, вследствие чего вокруг электроаппаратуры возникает переменное электромагнитное поле. Оно воздействует на радиоприемные устройства и вызывает помехи радиоприему.

Каждый электрический контакт, вызывающий искрообразование, является как бы маломощным радиопередатчиком, излучающим целый спектр частот, а электросеть объекта — антенной такого передатчика.

Радиопомехи от работы электрического оборудования объекта проникают в приемную радиоаппаратуру как через наружные антенные устройства, так и по проводам ее питания от общей бортовой электросети. Таким образом, провода электросети (а также детали металлической конструкции) в определенных условиях служат носителями помех (вторичными) радиоприему. Эти помехи препятствуют прохождению полезных сигналов, а иногда и подавляют их.

Распространение помех зависит также от расположения электропроводов и деталей металлических конструкций на путях переноса напряжения электрических помех от их источников до входных цепей радиоприемной радиоаппаратуры.

Для обеспечения нормальных условий работы многочисленной радиоэлектронной аппаратуры, и в особенности приемных устройств, применяются включение электрических фильтров в цепи источников электрических помех и экранирование источников и носителей помех. Так, помехи от работы агрегатов зажигания двигателей и электрооборудования объекта устраняют путем тщательного экранирования самой аппаратуры и проводов электросети. Кроме того, в цепях генераторов, а также в цепях отдельных потребителей устанавливают высокочастотные фильтры, препятствующие распространению помех по проводам бортовой электросети к радиоприемным устройствам.

Как правило, на объектах экранируются:

цепи регулирования генераторов (провода, идущие от генераторов до их регулирующих устройств);

провода от электрических агрегатов, являющихся источниками помех, до электрических фильтров;

провода приборов и устройств, работа которых связана с резкими изменениями величины или перерывами включения тока (например, сеть электропитания проблесковых световых маяков, сеть электротермической противообледенительной системы, работающей циклично);

провода, идущие к датчикам и указателям электрических приборов.

Экранирование проводов электрической сети осуществляется плетенками, экранирующими рукавами и металлическими трубами.

Если провода прокладываются в коробах, то коробы изготавливаются из листового материала, чаще всего из алюминиевых сплавов. Одиночные провода БПВЛЭ и ПТЛЭ имеют экранирующие плетенки из медной луженой проволоки.

Для экранирования электропроводов недостаточно одного заключения их в металлическую оболочку — экран, необходимо еще обеспечить электрическое соединение экрана с корпусом объекта с малым переходным сопротивлением. Поэтому экранирующие металлические оболочки: трубы, экранные шланги и плетенка, в которые заключены провода электросети, тщательно соединяются между собой, а также с металлическими экранами электроагрегатов и радиоаппаратуры и с металлическим корпусом объекта.

Основные требования к экранированию проводов электросети следующие:

электрическая неразрывность экранов — экранирующие покрытия проводов на всем протяжении должны быть непрерывными, т. е. в местах соединений отдельных участков должны быть постоянные электрические контакты с малым переходным сопротивлением;

постоянство электрического контакта экранов с корпусом объекта или двигателя с малым переходным сопротивлением.

В связи с тем что практически невозможно выполнить экран электроцепи механически неразрывным на всем его протяжении, в конструкции всегда стремятся свести к минимуму количество сочленений экранов. Наиболее желательным видом соединения экранов является прямое соединение металлов, выполненное сваркой или пайкой.

Экранированные коробки, выполненные болтовыми соединениями или заклепками, в процессе эксплуатации снижают эффективность экранирования вследствие коррозии и загрязнения швов. Поэтому при выполнении болтовых и заклепочных соединений экранов обращают особое внимание на то, чтобы швы не имели щелей и на всем протяжении сочленений обеспечивали надежный электрический контакт между соединяемыми поверхностями. В процессе эксплуатации необходимо следить за чистотой и плотностью прилегания сочленяемых поверхностей экранированных коробок электрооборудования объектов.

Наиболее эффективным экранирование получается при применении экранов, изготовленных из материала с малым электрическим сопротивлением, так как эффективность экрана создается противодействующим полем, образованным током, протекающим в его металлической оболочке. Для того чтобы уменьшить сопротивление этому току, материал для экрана должен обладать хорошей электрической проводимостью, а путь тока на корпус объекта (противовес антенны) или двигателя должен быть возможно более коротким. По этим соображениям для экранов используются медь и ее сплавы или алюминий и его сплавы.

Материалы, применяемые для деталей крепления и сочленения экранов, исключают возможность появления электролитической коррозии на контактирующих поверхностях. Интенсивность коррозии тем больше, чем больше разность электрохимических потенциалов, а эта разность тем больше, чем дальше контактирующие между собой металлы отстоят друг от друга в электрохимическом ряду.

Для обеспечения надежного электрического контакта нормами установлено, что шаг между точками электрического соединения экрана проводов, шлангов

и коллектора системы зажигания с корпусом двигателя должен быть не более 20 *см*, шаг между точками электрического соединения экрана проводов, жгутов низкого напряжения системы зажигания и электроавтоматики — не более 50 *см*.

Для экранирования жгутов используются плетенки, изготовленные из медной луженой проволоки плотностью плетения не менее 85% и равномерно распределенной по всей поверхности жгута. Лужение медной проволоки повышает эффективность экрана в 2—3 раза.

Провода, несущие интенсивные помехи, экранируются многослойными экранами или прокладываются в сплошных металлических трубах. Для экранирования проводов применяются трубы из цветных металлов, обладающие хорошей электрической проводимостью: латунные или из алюминиевого сплава АВ или АМг-М. Для защиты от коррозии трубы имеют покрытия (цинкование, лужение или кадмирование без пассивации). При экранировании цепей, выполненных по двухпроводной схеме, оба провода заключаются в общий экран.

При высоких требованиях к экранированию, например, в системе зажигания, применяются многослойные экраны, состоящие из последовательно чередующихся тонких слоев диамагнитных и ферромагнитных материалов (в двухслойных экранах диамагнитный слой должен располагаться со стороны источника помех).

Для экранирования высоковольтных проводов системы зажигания двигателя употребляются рукава с двумя оплетками: бронзовой экранирующей и стальной защитной, а также гибкие витые рукава, состоящие из трубы, образованной сверткой специально профилированной ленты и покрытой сверху проволочной оплеткой (в соответствии с нормалью 1754А).

У коаксиального кабеля внешний провод (наружная оболочка) является не только обратным проводом в электрической цепи, но одновременно выполняет роль экрана, защищающего его токонесущую жилу от электрических помех и ослабляющего эффект излучения самим коаксиальным кабелем. Поэтому коаксиальные кабели иногда используются для экранирования электрических цепей.

При выборе трассы прокладки экранированных проводов, жгутов и кабелей на объектах должны учитываться следующие требования:

прокладывать их как можно дальше от проводов, несущих слабые сигналы, если эти провода не экранированы;

не допускать прокладки на близком расстоянии от параллельно идущих проводов антенных вводов или антенн и в непосредственной близости от радиоприемных устройств;

не допускать прокладки под магистралями топливных, гидравлических, масляных и других систем, вызывающих загрязнение экрана.

Крепление экранированных проводов, жгутов и кабелей к конструкции объекта осуществляется хомутами, скобами и другими крепежными деталями, обеспечивающими электрический контакт с корпусом объекта. В месте перехода экранированного провода, жгута или кабеля с неподвижной части конструкции на подвижную необходимо поставить дополнительное крепление или этот участок экрана покрыть изоляционным материалом. В местах, где возможно в условиях полета появление трущихся контактов между экранами проводов, жгутов, кабелей и корпусом объекта, необходимо экран покрывать изоляционным материалом, защищающим изоляцию проложенных рядом проводов от механических повреждений.

Если для защиты от механических повреждений провода прокладываются в металлических трубах, рукавах или плетенках, то последние необходимо металлизировать по концам независимо от их длины, с тем, чтобы избежать появления вторичных носителей помех.

При ответвлении экранированных проводов от экранированного жгута не должна нарушаться непрерывность экранировки. Заделку плетенок в месте разветвления жгута нужно производить с перекрытием, длина перекрытия экранов в месте ответвления должна быть не менее 2—3 диаметров основного жгута.

Конструкция штепсельных разъемов, используемых для экранированных жгутов (кабелей), должна отвечать следующим требованиям:

корпус разъема, являющийся экраном, должен быть изготовлен из материала с малым электрическим сопротивлением;

экранирующая поверхность разъема должна состоять из минимального количества деталей, способ соединения которых между собой должен обеспечивать плотное прилегание и постоянный электрический контакт с малым переходным сопротивлением;

способ заделки экрана жгута (кабеля) в разъем должен обеспечивать электрический контакт стыкуемых экранов по всему периметру сочленения;

кабельная часть разъема в сочлененном виде должна обеспечивать электрический контакт с блочной частью разъема.

Заделка экранированных жгутов в штепсельные разъемы производится с помощью футорок или специальных шайб согласно нормали 315АТ. Экранирующую плетенку в месте заделки в футорку необходимо припаивать по всему периметру. При заделке экранирующего рукава в наконечники, выполняемой по нормалям 594АТ и 595АТ, плетенка перед завальцовкой предварительно очищается и обезжиривается. Не рекомендуется производить соединение экрана жгута, при заделке в штепсельный разъем, с помощью перемычки или проволоки, припаиваемой к плетенке экрана и к свободному контакту разъема («земляному» контакту).

Применение одного и того же штепсельного разъема или разъемной коробки для проводов системы зажигания и проводов электроавтоматики и электрической сети не допускается.

При присоединении к штепсельному разъему проводов в общем экране или защитном шланге бандаж не ставится.

Во избежание обрыва проводов при изгибе жгута у штепсельного разъема провода сечением 0,35 и 0,5 *мм*², входящие в штепсельные разъемы вместе с проводами большого сечения, внутри штепсельных разъемов должны иметь «слабину».

РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ. ОБЩИЕ СПРАВОЧНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Перечень действующих отраслевых нормалей авиационной техники

	Шифр
Авиационные детали и конструкции	А
Самолетные детали и конструкции	С
Моторные детали и конструкции	М
Авиационные технические нормали	АТ
Самолетные технические нормали	СТ
Моторные технические нормали	МТ
Авиационные технические условия	АТУ
Самолетные технические условия	СТУ
Моторные технические условия	МТУ
Авиационные расчетные нормали	АР
Самолетные расчетные нормали	СР
Авиационный сортамент	АС
Самолетный сортамент	СС
Авиационные организационные нормали	АО
Самолетные организационные нормали	СО
Временно действующие нормали, выпущенные ранее	5НГ

Кроме того, разрешены для применения руководящие технические материалы (РТМ), государственные стандарты, нормали машиностроения и заимствованные отраслевые нормали, нормали МРП, МЭП и других министерств.

Электрохимический эквивалент вещества

Таблица 122

Вещество	α, *мг/а·сек*	Вещество	α, *мг/а·сек*
Алюминий	0,093	Никель	0,30
Водород	0,01044	Свинец	1,0718
Железо	0,29	Серебро	1,1183
Золото	0,68	Платина	1,009
Кислород	0,0829	Хлор	0,367
Медь	0,33	Цинк	0,34

11—1738

Характеристики электротехнических материалов

Таблица 123

Материал	Плотность, $г/см^3$	Температура плавления, °С	Удельное сопротивление, $ом \cdot мм^2/м$	Температурный коэффициент		Электрический потенциал $в$
				сопротивления на 1° С·10—4	линейного расширения на 1° С·10—6	
Алюминий	2,7	657	0,029	44	23	—1,43
Бронза	8,8	900	0,021—0,05	40	17	—
Вольфрам	19,1	3400	0,055	40	4,3	—0,58
Висмут	9,8	271	1,2	40	13	—
Золото	19,3	1063	0,023	36	14	—
Графит	1,9—2,3	—	13,5	80	—	—
Кадмий	8,6	321	0,76	40	29	—0,4
Латунь	8,4—8,7	960	0,03—0,07	20	18	—
Медь	8,9	1083	0,0175	41	17	+0,34
Магний	1,74	650	0,04	38	26	—2,35
Молибден	10,2	2570	0,05	49	4	—
Никель	8,8	1452	0,07	68	13	—0,22
Олово	7,3	232	0,12	44	23	—0,14
Платина	21,4	1770	0,09	31	9	+0,46
Ртуть	13,6	—38,7	0,95	90	180 (объемный)	+0,86
Свинец	11,3	327	0,217	40	29	—0,13
Серебро	10,5	960	0,016	36	19	+0,8
Сталь (Ст. 1, Ст. 2)	7,85	1400	0,145	60	12	—0,43
Сурьма	6,67	630	0,41	37	—	+0,20
Цинк	7,1	419	0,06	39	30	—0,76
Чугун	7,2	1200	0,5	9	10	—0,4

Характеристика сплавов высокого сопротивления

Таблица 124

Сплав	Плотность, $г/см^3$	Температура плавления, °С	Удельное электрическое сопротивление, $ом \cdot мм^2/м$	Температурный коэффициент		Наибольшая рабочая температура, °С
				сопротивления на 1°С·10—5	линейного расширения на 1°С·10—5	
Константан	8,9	1270	0,4—0,5	3—5	1,3	400—700
Манганин	8,4	960	0,42—0,5	3—6	1,9	250—300
Нейзильбер	8,4	1050	0,3—0,45	25—36	1,8—2,2	200—250
Нихром	8,2	1400	1,0—1,2	12—15	1,4—1,5	900—1150
Фехраль	7,3	1490	1,26—1,35	5—6	1,4—1,5	750—1000
Хромель	7,1	1500	1,45	4—5	1,4—1,5	1000—1200

Характеристика изоляционных материалов

Таблица 125

Материал	Плотность, $г/см^3$	Электрическая прочность при 20° С, $кв/мм$	Диэлектрическая проницаемость при 50 $гц$ и 20° С	Удельное объемное сопротивление при 20° С, $ом/см$	tgδ при 50 $гц$ и 20° С
Бумага	0,7—0,87	5—10	2,5—3,5	10^{12}—10^{14}	0,017—0,025
Винипласт	1,35—1,4	15—30	3,2—4	10^{14}—10^{15}	0,01—0,05
Воздух	0,00121	21,9—22,7 (кв/см)	1,00058	10^{19}—10^{20}	(2—4) 10^7
Гетинакс	1,3—1,4	16—28	6—8	10^{10}—10^{12}	0,06—0,2
Древесина	0,6—0,78	2,2—5,6	около 3,5	$2 \cdot 10^8$—$4 \cdot 10^{11}$	около 0,3
Лакоткань:					
Хлопчатобумажная	1—1,2	20—48	3—4	10^{12}—10^{14}	0,06—0,105
Шелковая	0,9—1	33—75	3—4	10^{12}—10^{14}	0,03—0,08
Стеклянная	1,25—1,35	20—65	3—4	10^{12}—10^{15}	0,02—0,06
Масло трансформаторное	0,88—0,89	15—20	2,1—2,4	10^{12}—10^{15}	0,0006—0,001
Миканиты прокладочные	2—2,2	15—24	5—8	10^{13}—10^{14}	0,03—0,05
Оргстекло	1,18—1,2	20—40	3,5—3,9	10^{12}—10^{14}	0,02—0,06
Парафин	0,85—0,9	22—32	2—2,2	10^{16}—10^{18}	0,0003—0,0007
Полистирол	1,05—1,07	25—40	2,4—2,6	10^{15}—10^{17}	0,0002—0,0008
Полихлорвинил	1,2—1,36	25—45	5—7	10^{12}—10^{15}	0,05—0,08
Полиэтилен	0,92—0,96	35—60	2,2—2,4	10^{15}—10^{17}	0,0002—0,0006
Резина	1,7—2	20—45	2,5—5	10^{14}—10^{15}	0,01—0,03
Слюда	2,68—2,89	95—175	5,8—7,2	10^{13}—10^{15}	0,0004—0,015
Стекло	2,5—2,7	30—45	3,8—16,2	10^8—10^{17}	0,0002—0,01
Стеклотекстолит	1,65—1,85	12—50	6—8	10^{10}—10^{14}	0,003—0,09
Текстолит (марка Г)	1,3—1,45	2—6,5 (при 90° С)	5—6,5	10^{10}—10^{11}	0,08—0,25
Фибра	1—1,2	3,5—7	—	10^8—10^{10}	—
Эбонит	1,15—1,25	15—20	3—3,5	10^{14}—10^{16}	0,005—0,015
Электрокартон	0,9—1,25	12—32	1,8—2,5	10^9—10^{10}	0,003—0,01

Сравнение сопротивления металлов и сплавов с сопротивлением меди

Таблица 126

Металл, сплав	Сопротивление	Металл, сплав	Сопротивление
Серебро	0,9	Латунь	4,5
Медь	1,0	Платина	5,5
Золото	1,4	Кобальт	6,0
Хром	1,6	Никель	6,5
Алюминий	1,65	Железо	7,7
Магний	2,8	Олово	8,5
Молибден	2,9	Сталь (ср.)	12
Вольфрам	3,6	Свинец	13
Цинк	3,7	Нейзильбер	17
Никелин	25	Чугун	30
Манганин	26	Ртуть	60
Реотан	28	Нихром	60
Константан	29	Уголь (ср.)	15 000

Приближенные величины токов плавления проволоки различных сечений из разных металлов

Таблица 127

Сила тока, *а*	Диаметр, *мм*					
	Медь	Алюминий	Никелин	Сталь	Олово	Свинец
1	0,039	0,066	0,065	0,132	0,183	0,210
2	0,069	0,104	0,125	0,189	0,285	0,325
3	0,107	0,137	0,185	0,245	0,380	0,425
5	0,180	0,193	0,25	0,345	0,53	0,60
7	0,203	0,250	0,32	0,45	0,66	0,78
10	0,250	0,305	0,39	0,55	0,85	0,95
15	0,32	0,400	0,52	0,72	1,02	1,25
20	0,39	0,485	0,62	0,87	1,35	1,52
25	0,46	0,560	0,73	1,00	1,56	1,75
30	0,52	0,640	0,81	1,15	1,77	1,98
35	0,58	0,700	0,91	1,26	1,95	2,20
40	0,63	0,77	0,99	1,38	2,14	2,44
45	0,68	0,83	1,08	1,50	2,3	2,65
50	0,73	0,89	1,15	1,60	2,45	2,78
60	0,82	1,00	1,30	1,80	2,80	3,15
70	0,91	1,10	1,43	2,00	3,10	3,5
80	1,0	1,22	1,57	2,2	3,4	3,8
90	1,08	1,32	1,69	2,38	3,65	4,1
100	1,15	1,42	1,82	2,55	3,9	4,4
120	1,31	1,60	2,05	2,85	4,45	5,0
160	1,59	1,94	2,28	3,2	4,9	5,5
180	1,72	2,10	2,69	3,7	5,8	6,5
200	1,84	2,25	2,89	4,05	6,2	7,0

Сила тока, *а*	Диаметр, *мм*					
	Медь	Алюминий	Никелин	Сталь	Олово	Свинец
225	1,99	2,45	3,15	4,4	6,75	7,6
250	2,14	2,60	3,35	4,7	7,25	8,1
275	2,2	2,80	3,55	5,0	7,7	8,7
300	2,4	2,95	3,78	5,3	8,2	9,2

Примечание. Длина проволоки 5—10 *см* (в зависимости от диаметра).

Изменение сопротивления медных проводов при нагревании (сопротивление при 15° С принято за единицу)

Таблица 128

Температура, °С	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,940	0,944	0,948	0,952	0,956	0,960	0,964	0,968	0,972	0,976
10	0,980	0,984	0,988	0,992	0,996	1,000	1,004	1,008	1,012	1,016
20	1,020	1,024	1,028	1,032	1,036	1,040	1,044	1,048	1,052	1,056
30	1,060	1,064	1,068	1,072	1,076	1,080	1,084	1,088	1,092	1,096
40	1,100	1,104	1,108	1,112	1,116	1,120	1,124	1,128	1,132	1,136
50	1,140	1,144	1,148	1,152	1,156	1,160	1,164	1,168	1,172	1,176
60	1,180	1,184	1,188	1,192	1,196	1,200	1,204	1,208	1,212	1,216
70	1,220	1,224	1,228	1,232	1,236	1,240	1,244	1,248	1,252	1,256
80	1,260	1,264	1,268	1,272	1,276	1,280	1,284	1,288	1,292	1,296
90	1,300	1,304	1,308	1,312	1,316	1,320	1,324	1,328	1,332	1,336
100	1,340	1,344	1,348	1,352	1,356	1,360	1,364	1,368	1,372	1,376

Пример расчета. Сопротивление при 40° С равно 10 *ом*. Требуется определить сопротивление при 82° С. Разность коэффициентов 1,268—1,100=0,168, искомое сопротивление — 10 (1+0,168) = 11,68 *ом*.

Нанесение надписей на хлорвиниловые трубки

При нанесении надписей на хлорвиниловые трубки краской КЦ-52 необходимо выдерживать следующий технологический процесс:

сушка в течение 1 *ч* при 15—17° С;

выдержка в горячей воде при 96—100° С, а затем —

сушка до полного высыхания краски при 30—40° С.

Кроме краски КЦ-52, разрешается применять для нанесения надписей на хлорвиниловые трубки черную тушь (астролоновую) следующего состава: этиловый спирт — 22%, бутиловый спирт — 48%, бензол или ксилол — 20%, поливинил-бутираль — 4%, нигрозин — спирторастворитель — 5%, краситель жировой коричневый 1%. При применении туши режим кипячения не требуется. При нанесении краски или туши на хлорвиниловые трубки должна быть обеспечена местная вентиляция.

Противокоррозийная паста для заделки в наконечники алюминиевых проводов

Противокоррозийная паста имеет следующий состав:
медицинский вазелин (ГОСТ 3522—47) — 50% по весу;
цинковая пыль (ЦМТУ 1229—45) — 50% по весу.

Паста приготавливается смешиванием вазелина и цинковой пыли при комнатной температуре. Готовая паста должна иметь равномерное распределение пыли в вазелине. Проверка качества пыли производится путем нанесения пасты на стеклянную пластину и просмотром ее в проходящем свете («на свет»). Противокоррозийная паста хранится в закрытой стеклянной посуде или сосуде из пластмассы с плотно закрывающейся крышкой. На таре указывается дата изготовления. При нормальных условиях хранения противокоррозийная паста годна к употреблению в течение месяца.

Герметизация уплотнительной лентой при заделке в наконечники алюминиевых проводов

После обжатия наконечника оголенный участок алюминиевого провода между наконечником и изоляцией длиной не более 3—5 *мм* герметизируется уплотнительной лентой У20А НИИРП. Технологическая последовательность операций герметизации следующая:

место, подлежащее герметизации, протирается чистой тканью или ватой для удаления излишков противокоррозийной пасты;

лента туго наматывается на открытую часть провода до полного заполнения зазора между наконечником и изоляцией провода;

сверх бандажа делается еще 2—3 оборота из ленты шириной 10 *мм*, чтобы лента перекрыла на 2—3 *мм* наконечник и изоляцию провода;

поверхность бандажа припудривается тальком и на него надевается хлорвиниловая трубка с маркировкой.

Ввиду быстроты возникновения процессов коррозии алюминия все операции по заделке наконечника на проводе и герметизации места его заделки производятся последовательно. Перерыв между операциями более 15—20 *мин* не допускается. В исключительных случаях допускается перерыв между запрессовкой наконечника и герметизацией до 8 *ч*.

Лента стеклянная электроизоляционная (ГОСТ 5937—56)

Применяется в качестве электроизоляции обмоток электрических машин и аппаратов, входящих в состав электрооборудования самолетов и вертолетов. Лента выпускается шириной 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 *мм*, толщиной 0,08 и 0,10 *мм* и шириной 25, 30, 35, 40, 45, 50 *мм*, толщиной 0,15, 0,20 и 0,25 *мм* (переплетение полотняное). Лента невоспламеняема. Основные данные ее приведены в табл. 129.

Таблица 129

Данные стеклянной электроизоляционной ленты

Толщина ленты, *мм*	Число нитей в 10 *мм* ленты, не менее		Разрывная нагрузка ленты на 10 *мм* ширины ленты, *кгс*, не менее
	по основе	по утку	
0,08	20	18	10
0,10	20	18	12
0,15	18	18	18
0,20	18	16	21
0,25	18	16	23

Допустимые нагрузки на провода БПВЛ и БПВЛЭ в зависимости от температуры окружающей среды

Таблица 130

Сечение провода, *мм*²	Длительная допустимая нагрузка, *а*						Кратковременный режим. Максимально допустимое время включения нагрузки, *мин*		
	одиночный провод			провода в жгутах					
	—30° С	20° С	до +50° С	—30° С	+20° С	до +50° С	150% нагрузка	200% нагрузка	300% нагрузка
0,5	16	14	13	11	10	9	0,3		
0,75	20	18	16	14	13	11	0,4		
1,0	25	22	20	17	16	14	0,5		
1,5	32	28	25	22	20	18	0,65	0,33	
1,93	38	33	30	27	24	22	0,75	0,38	
2,5	44	40	35	30	28	25	0,85	0,42	
3,0	48	44	40	35	32	28	1,0	0,5	
4,0	58	52	48	42	38	35	1,0	0,5	
6,0	77	67	60	55	50	45	1,5	0,75	
10,0	105	92	82	75	68	63	2,0	1,0	0,33
25,0	190	165	150	135	124	114	3,3	1,65	0,55
35,0	230	205	180	160	150	140	4,0	2,0	0,7
41,0	255	225	200	185	170	155	4,2	2,1	0,75
50,0	290	260	225	210	190	175	4,6	2,3	0,8
70,0	360	320	280	260	240	220	6,0	3,0	1,0

Технические данные электроламп

Таблица 131

Тип электролампы	Напряжение, *в*	Сила тока, *а*	Мощность, *вт*	Цоколь
СМ-21	26	2,7	70	1 — конт.
СМ-23	28		20	2 — конт.
СМ-24	115		20	1 — конт.
СМ-28	28		6	1 — конт.
СМ-29	28		5	2 — конт.
СМ-22	28		24	1 — конт.
СМ-25	28		25	1 — конт.
СМ-26	28		59	1 — конт.
СМ-27	28		38	2 — конт.
СМ-30	28	0,17		1 — конт.
СМ-31	28	0,1		1 — конт.
СМ-32	24	0,17		1 — конт.
СМ-33	24	0,17		1 — конт.
СМ-34	6—8	0,25		1 — конт.
СМ-36	3	0,2		
СМ-37	28	0,05		
ПЖ-27	24		100	1 — конт.
ПЖ-25	24		220	1 — конт.
ПЖ-26	24		340	1 — конт.
СМФ-2	26		600	
МН-6	60—90	0,8 *ма*		

Продолжение табл. 131

Тип электролампы	Напряжение, *в*	Сила тока, *а*	Мощность, *вт*	Цоколь
МН-7	27	0,5—0,2 *ма*		
СМ-11	26		5	
СМ-12	26		10	
СМ-16	26		15	
ТИП-17	26	0,15		
ТИП-18	26	0,15		

Технические данные войлока для некоторых изделий

Таблица 132

Показатель	Войлок		
	для сальников	для прокладок	для фильтров
Влажность, %, не более	13	13	13
Объемный вес, *г/см³*	0,44±0,02	0,39±0,02	0,25±0,02
Предел прочности на разрыв (при толщине войлока 5 *мм*), *кгс/см²*, не менее	35	30	—
Удлинение при разрыве, %, не более	135	135	—
Содержание свободной серной кислоты, %, не более	0,5	0,5	0,15
Содержание растительных примесей, %, не более	0,5	0,5	0,5
Содержание нешерстяных волокон, %, не более	5,0	5,0	5,0
Содержание минеральных примесей (вместе с золой от растительных примесей), %, не более	0,12	0,12	0,12
Капиллярность (при толщине войлока 10 *мм* и менее), *мм*, не менее:			
в течение 5 *мин*	—	—	35
» 10 *мин*	—	—	40
» 20 *мин*	—	—	45

Войлок технический тонкошерстный и детали из него (ГОСТ 288—61)

Войлок технический тонкошерстный выпускается следующих видов:

войлок для сальников, применяемых для задержки смазочных масел в местах трения и для предохранения мест трения от попадания в них воды и пыли; условное обозначение ТС;

войлок для прокладок, применяемых в качестве изоляторов между металлическими поверхностями для предохранения их от истирания, загрязнений, а также для смягчения ударов и для звукопоглощаемости; условное обозначение ТПр;

войлок для фильтров, применяемых для фильтрации масел; условное обозначение ТФ.

В условное обозначение войлока входит наименование войлока по виду шерсти (тонкошерстный), назначению (сальник, прокладка, фильтр), толщине, а также номер стандарта. Пример условного обозначения войлока тонкошерстного

толщиной 7 *мм*: для сальников — войлок ТС7 ГОСТ 288—61, для прокладок — войлок ТПр7 ГОСТ 288—61, для фильтров — войлок ТФ7 ГОСТ 288—61.

Листовой прокладочный войлок, изготовляемый толщиной 2,5—6 *мм* по показателям объемного веса, предела прочности на разрыв, удлинения при разрыве и содержания свободной серной кислоты, должен соответствовать нормам, указанным в табл. 133.

Таблица 133

Технические данные войлока разной толщины

Показатель	Толщина войлока, *мм*				
	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0
Объемный вес, *г/см³*, не менее	0,26	0,27	0,28	0,28	0,28
Предел прочности на разрыв (при фактической толщине войлока), *кгс/см²*, не менее	15	15	20	20	25
Удлинение при разрыве, %, не более	180	180	160	160	150
Содержание свободной серной кислоты, %, не более	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Полихлорвиниловая изоляционная лента для сращивания и ремонта кабельных оболочек (ТУ МХП 2898—55)

Полихлорвиниловая изоляционная лента представляет собой ленту из полихлорвинилового пластиката, покрытую подклеивающим слоем. Изоляционная лента предназначена для скрепления проводников в электрожгутах (при раскрое на плазах). В зависимости от толщины выпускаются четыре марки полихлорвиниловой ленты: МХЛ-020, ПХЛ-030, ПХЛ-040, ПХЛ-045 (табл. 134).

Таблица 134

Данные полихлорвиниловой изоляционной ленты

Показатель	ПХЛ-020	ПХЛ-030	ПХЛ-040	ПХЛ-045
Внешний вид	Лента не должна иметь отверстий, трещин, пузырей			
Толщина ленты, *мм*	0,20±0,03	0,30±0,05	0,40±0,05	0,45±0,05
Ширина ленты, *мм*	15±2,0	20±3,0	30±3,5	50±3,5
Временное сопротивление разрыву, *кГ/см²*, не менее	80			
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	100			
Липкость, не менее, *сек*	10	20	20	20
Промазка	Равномерная			
Горючесть	Не должна гореть при вынесении из пламени			
Наружный диаметр каждого круга, *мм*	80±10			

Лента изготовляется из специального светотермостойкого пластиката, отвечающего следующим требованиям: удельное объемное электросопротивление при 20° С должно быть не менее $1 \cdot 10^{13}$ *ом·см*, морозостойкость —40° С. Цвет ленты предусмотрен ТУ МХП 1535—47 на пластикат полихлорвиниловый.

Прорезиненная материя АХКР (ТУ МХП 1597—53Р)

Прорезиненная материя представляет собой невулканизованную ткань, прорезиненную с одной или с двух сторон клеем № 3829С, применяется для изготовления защитных трубок электрорадиожгутов от механических повреждений, для арматуры баков и для наружного слоя баков.

Для арматуры баков изготовляется двусторонняя материя АХКР (слой клея № 3829С, 40—60 *Г/м²* сухого остатка, ткань АХКР, снова слой клея № 3829С, 100—120 *Г/м²* сухого остатка). Вес двусторонней прорезиненной материи должен быть не более 340 *Г/м²*. Односторонняя материя имеет слой клея № 3829С, 160—180 *Г/м²* сухого остатка. Вес односторонне прорезиненной материи также должен быть не более 340 *Г/м²*.

Для наружного слоя баков применяется двусторонняя прорезиненная материя (слой клея № 3829С, 120—150 *Г/м²* сухого остатка, ткань АХКР и снова слой клея № 3829С, 220—240 *Г/м²* сухого остатка). Вес прорезиненной материи должен быть 500—550 *Г/м²*.

Прорезиненная материя АХКР выпускается в невулканизованном виде без «пудровки». Поверхность прорезиненной материи должна быть без складок, срывов и прочих механических повреждений.

Прорезиненная материя (ТУ МХП 1528—54Р)

Прорезиненная невулканизованная материя представляет собой хлопчатобумажную ткань-палатку арт. 363, 365, 1865, промазанную с одной стороны смесью типа 4652-28 и обложенную на каландре с другой стороны смесью 3542Д-1. Материя предназначается для защиты электрожгутов от механических повреждений, выпускается в невулканизованном виде. Ткань-палатка (суровье) должна удовлетворять требованиям ОСТ 30013—40 (арт. 363, 365 и 1865).

Сопротивление расслаиванию двух сдублированных полосок шириной 50 *мм*, свулканизованных в прессе при температуре 143° С в течение 30 *мин*, должно быть не менее 6,5 *кГ*. Прорезиненная материя должна быть морозостойкой при температуре —40° С.

Материя авиационная невоспламеняемая АНЗМ (ТУ 69—53)

Материя АНЗМ представляет собой расшлихтованный перкаль А-85 (ГОСТ 1102—43), подвергнутый огнеупорной пропитке, на одну сторону которого наносится актипирированная нитроцеллюлозная пленка. Материя применяется для защиты электрорадиожгутов от механических повреждений в зонах температур до 100° С. Поверхность материи должна быть ровной, гладкой и без запаха.

Материя эластична, невоспламеняема, водонепроницаема, бензостойка и устойчива к изменению температуры.

Кожзаменитель двухслойный (ТУ МХП 1308—51Р)

Кожзаменитель двухслойный представляет собой прорезиненное с двух сторон интерлочное или футерное трикотажное полотно, сдублированное в два слоя во взаимно перпендикулярном направлении. Лицевая сторона кожзаменителя покрывается слоем резины толщиной 0,2—0,3 *мм*, а обратная пропитывается резиной на шпрединг-машине или промазывается на каландре. Применяется для защиты электрорадиожгутов от механических повреждений.

Резина 14Р-2 на основе полисилоксанового каучука (ТУ МХП УТ-741—57)

Резина 14Р-2 применяется для изготовления шайб, трубок для защиты электрорадиожгутов от механических повреждений, а также трубок для маркировки проводов в разъемах и наконечниках.

Резина работает в диапазоне температур от —60 до +250° С, кроме того может кратковременно (до 15 *ч*) работать при температуре 300° С.

Вулканизованная резина не вызывает коррозии незащищенной и оцинкованной стали, незащищенных алюминиевых сплавов и вызывает слабую коррозию с потемнением поверхности незащищенных магниевых сплавов и латуни; резина формуется, шприцуется, может быть нанесена на стеклоткань, каландруется. Она обладает хорошими физико-механическими свойствами, удельным объемным сопротивлением и пробивным напряжением.

Физико-механические свойства резины 14Р-2

Сопротивление разрыву, не менее, *кГ/см²*:	
до старения	22 (при 250° С, 200 *ч*)
после старения	22
Относительное удлинение, не менее, %:	
до старения	170 (при 250° С, 200 *ч*)
после старения	100
Температура хрупкости, не выше, °С	—62
Твердость по ТШМ-2, *кГ/см²*	4,5—9

Электрические параметры резины 14Р-2 следующие: удельное объемное сопротивление при 20° С — $1 \cdot 10^{14}$, после 48 *ч* выдержки при влажности 98% и 20° С — $5 \cdot 10^{12}$ *ом/см³*; пробивное напряжение электрического поля при 20° С — 20 *кв/мм*, после 48 *ч* выдержки при влажности 98% и 20° С — 15 *кв/мм*.

Материя НТ-7 (ВТУ-СКО-2)

Материя НТ-7 изготовляется способом котловой вулканизации на основе стеклоткани, прорезиненной с двух сторон клеями по теплостойкой резиновой смеси ИРП-1141. Материя НТ-7 применяется для обшивки жгутов, электропроводов, чехлов герметизации, теплостойких изоляций. Материя способна работать в интервале температур от —40 до +200° С и +250° С в течение 24 *ч*. Выпускается в виде полотна. Физико-механические показатели прорезиненной материи:

прочность при разрыве полоски 25×100 *мм* — не менее 80 *кГ*;

удлинение при разрыве — не менее 3%.

Прорезиненная материя НТ-7 выпускается в вулканизованном виде.

Лакоткань

Электроизоляционная (хлопчатобумажная, шелковая) лакоткань (ГОСТ 2214—60) применяется для защиты и изоляции групп проводов, подсоединяемых к штепсельным разъемам. Выпускаются следующие марки лакоткани шириной от 700 до 1000 *мм*: ЛСХ — хлопчатобумажная светлая; ЛХСМ — хлопчатобумажная светлая, маслостойкая; ЛХСС — хлопчатобумажная светлая специальная; ЛХЧ — хлопчатобумажная черная; ЛШС — шелковая светлая; ЛШСС — шелковая светлая специальная.

Для изготовления хлопчатобумажной и шелковой лакоткани применяются светлые масляные и черные битумно-масляные электроизоляционные лаки. Лакоткань пропитывается равномерно, она имеет ровную, гладкую поверхность без натеков лаковой основы, без видимых пор и посторонних примесей.

После термической обработки шелковых и хлопчатобумажных лакотканей всех марок при температуре 70±5° С в течение 24 *ч* не должно быть слипания слоев и отставания лаковой пленки от ткани. При разматывании лакоткани допускается легкое слипание слоев без нарушения лаковой пленки.

После проваривания лакоткани ЛХСМ в течение 72 *ч* и ЛХСС и ЛШСС (толщиной 0,12 *мм*) в течение 18 *ч* в трансформаторном масле при температуре 105±2° С также не должно быть слипания слоев и отставания лаковой пленки от ткани. Допускаются незначительные сдиры пленки вблизи краев образца.

Удельное объемное сопротивление лакоткани должно быть:

при температуре 20±5° С — не менее $1 \cdot 10^{13}$ *ом/см*³;

при температуре 105±2° С — не менее $1 \cdot 10^{9}$ *ом/см*³;

после пребывания в среде с относительной влажностью 95±3% в течение 24 *ч* при температуре 20±2° С для ЛХЧ — не менее $1 \cdot 10^{10}$ *ом/см*³; для остальных марок — не менее $1 \cdot 10^{9}$ *ом/см*³.

Данные прочности лакоткани приведены в табл. 135.

Удельное объемное сопротивление лакоткани ЛШСС толщиной 0,04; 0,05; 0,06 *мм* не нормируется. Пробивное напряжение и эластичность лакоткани нормируются (табл. 136, 137).

Таблица 135

Прочность лакоткани

Лакоткань	Толщина, *мм*	Предел прочности при растяжении нарезанных образцов, не менее, *кГ/мм²*					
		по основе		по утку		под углом 43—45° к основе	
		средний	минимальный на отдельном образце	средний	минимальный на отдельном образце	средний	минимальный на отдельном образце
ЛХС, ЛХСМ ЛХСС, ЛХЧ	0,15	3,0	2,4				
	0,17	3,0	2,4				
	0,20	3,0	2,4				
	0,24	3,0	2,4	2,0	1,6	1,8	1,5
	0,30	2,5	2,0				
ЛШС, ЛШСС	0,04	2,0	1,6				
	0,05	2,0	1,6				
	0,06	2,0	1,6				
	0,08	2,0	1,6	1,5	1,2	1,5	1,2
	0,10	2,0	1,6				
	0,12	2,0	1,6				
	0,15	2,0	1,6				

Таблица 136

Пробивное напряжение лакоткани, *в*

Лакоткань	Толщина, *мм*	После пребывания в среде при температуре 20±5° С с относительной влажностью воздуха 65±5% в течение 18 *ч*				При температуре 105±2° С		После пребывания в среде с относительной влажностью 95±3% при температуре 20±2° С в течение 24 *ч*		После термообработки при температуре 100±2° С и последующего перегиба в течение 18 *ч*	
		до перегиба		после перегиба							
		среднее	в отдельных точках	среднее	в отдельных точках	среднее	в отдельных точках	среднее	в отдельных точках	среднее	в отдельных точках
ЛШС	0,08	3,0	1,5	2,5	1,0	2,5	1,0	1,5	1,0	2,0	1,0
	0,10	4,0	2,5	3,5	1,5	3,5	1,5	1,8	1,3	3,0	1,2
	0,12	5,0	3,0	4,5	2,0	4,0	2,0	2,3	1,5	3,2	1,5
	0,15	6,5	3,0	5,5	2,5	4,5	2,5	2,8	1,7	3,5	2,0
ЛШСС	0,04	0,3	Не нормируется	Не нормируется							
	0,05	1,0	То же								
	0,06	2,0	0,6								
	0,10	5,0	2,8	4,2	2,1	4,0	2,0	2,0	1,5	3,5	1,7
	0,12	7,6	5,0	5,5	2,5	4,5	2,5	3,0	1,8	4,5	2,0
	0,15	7,7	4,0	6,3	3,0	6,0	2,6	3,5	2,0	4,7	2,4

Таблица 137

Эластичность лакоткани (относительное удлинение при растяжении) и пробивное напряжение после растяжения

Лакоткань	Толщина, *мм*	Пробивное напряжение, не менее, *кв*		Относительное удлинение при растяжении, не менее, %
		среднее	в отдельных точках	
ЛШС	0,08	1,5	1,0	10
	0,10	1,5	1,0	10
	0,12	2,5	1,0	8
	0,15	4,0	2,5	7
ЛШСС	0,04	Не нормируется		
	0,05			
	0,06			
	0,10	1,5	1,0	10
	0,12	2,5	1,0	8
	0,15	4,0	2,5	7

Лента авиационная из стеклянного волокна ЛАС (ТУ 52—49)

Лента из стеклянного волокна вырабатывается гарнитуровым переплетением из крученых стеклянных нитей по основе в четыре сложения (1×4), по утку в восемь сложений (4×2). Лента предназначена для защиты электрожгутов от механических повреждений в зонах высоких температур. Кромки ленты должны быть прямыми и ровными и не иметь повреждений. Лента должна быть не воспламеняемой.

Физико-механические свойства ленты марки ЛАС следующие:

Ширина	35±2 *мм*
Толщина, не более	0,2 *мм*
Число нитей основы в ленте	78±2
Число нитей утка на 1 *см*, не менее	18
Прочность на разрыв по основе, не менее	7,0 *кГ/см*^{2}
Вес 100 *м* ленты, не более	500 *Г*

Целлофан авиационный (ТУ МХП 389)

Целлофан представляет собой пленку, полученную по вискозному способу прядения, и применяется как технологическая защита электроразъемов до установки электрорадиожгутов на изделия.

Физико-механические свойства целлофановой пленки:

Толщина пленки, *мк*	50—60
Ширина пленки, *м*	1—1,4
Вес 1 *м*^{2} пленки, *Г*	75—90
Влажность, %	12
Содержание глицерина, не менее, %	30
Предел прочности при растяжении, не менее, *кГ/мм*^{2}:	
в продольном направлении . . .	2
в поперечном направлении	1
Удлинение при растяжении, не менее, %:	
в продольном направлении . . .	18
в поперечном направлении	35

Пленка целлофана должна обладать способностью слипания при укладке на готовых изделиях.

Трубки резиновые технические (ГОСТ 5496—57)

Трубки изготовляются пяти типов: кислотощелочестойкие, теплостойкие, морозостойкие, маслобензостойкие, пищевые.

Трубки типов I—III выпускаются мягкие и средней твердости, трубки IV типа выпускаются мягкие, средней твердости и повышенной твердости. В производстве электрорадиожгутов применяются трубки III типа средней твердости. Размеры трубок и физико-механические показатели резины, применяемой для изготовления трубок, приведены в табл. 138, 139.

Таблица 138

Размеры резиновых трубок

Внутренний диаметр, *мм*	Толщина стенки, *мм*							Допустимое отклонение, толщины, %
2,0±0,5	1,25	—	—	—	—	—	—	
3,0±0,5	1,25	2,0	—	—	—	—	—	
4,5±0,5	1,25	2,0	—	—	—	—	—	+20
6,0±0,5	1,25	2,0	3,0	—	—	—	—	±15
8,0±1,0	1,25	2,0	3,0	—	—	—	—	
10,0±1,0	1,25	2,0	3,0	—	—	—	—	
12,0±1,0	—	2,0	3,0	4,0	5,0	—	—	
16,0±1,0	—	2,0	3,0	4,0	5,0	—	—	
20,0±1,5	—	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	
24,0±1,5	—	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	±10
28,0±1,5	—	—	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	
32,0±1,5	—	—	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	
36,0±1,5	—	—	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	
40,0±1,5	—	—	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	

Отдельные типы трубок предназначены для следующих условий эксплуатации:

I тип — в растворах кислот и щелочей с концентрацией до 20% (за исключением азотной и уксусной кислот);

II тип — в воздушной среде до 90° С; в среде водяного пара — до 140° С;

III тип — при температуре до 45° С.

Таблица 139

Физико-механические показатели резины для трубок

Показатели	Кислотощелочестойкая		Теплостойкая		Морозостойкая	
	мягкая	средней твердости	мягкая	средней твердости	мягкая	средней твердости
Предел прочности при разрыве, не менее, $кГ/см^2$	40	40	35	35	40	40
Относительное удлинение, не менее, %	350	250	300	250	220	400
Остаточное удлинение, не более, %	35	30	25	25	25	25
Твердость по ТШМ-2, $кГ/см^2$	4,0—7,0	7,1—11,0	4,0—7,0	7,1—11,0	4,0—7,0	7,1—11,0
Коэффициент старения при температуре 70° С в течение 96 *ч*, не менее	0,6	0,6	—	—	0,7	0,7
Коэффициент старения при температуре 100° С в течение 48 *ч*, не менее	—	—	0,7	0,7	—	—
Температура хрупкости, не более, °С	—	—	—	—	—50	—50
Коэффициент кислото- и щелочестойкости в 20%-ных растворах при температуре 20° С в течение 24 *ч*:						
в серной и соляной кислотах, не менее	0,8	0,8	—	—	—	—
в едкой щелочи, не менее	0,8	0,8	—	—	—	—

Пленка изоляционная из фторопласта-4 (ТУ МХПМ 549—56)

Пленка изготовляется как ориентированная, так и неориентированная и применяется как защита от механических повреждений электрорадиожгутов, работающих при температурах от —60 до + 250° С.

Ширина ориентированной пленки 40—90 *мм*, неориентированной — 40—120 *мм*. Допуск по ширине ±0,3 *мм*. Толщина ориентированной пленки — 20—100 *мк*, неориентированной — 60—200 *мк*. Допуск по толщине ±0,005 *мм* (для ориентированной) и ±0,01 *мм* (для неориентированной).

Временное сопротивление разрыву по длине: ориентированной пленки — не менее 300 $кГ/см^2$; неориентированной пленки — не менее 100 $кГ/см^2$.

Электрическая прочность ориентированной и неориентированной пленок — не менее 30 *кв/мм*. Удельное объемное электрическое сопротивление ориентированной и неориентированной пленок не менее 10^{15} *ом/см*. Тангенс угла диэлектрических потерь при 20° С и частоте 10^6 *гц* (ориентированной пленки) — не более —$2{,}5 \cdot 10^{-4}$. Тангенс угла диэлектрических потерь при 150° С и частоте 10^6 *гц* (ориентированной пленки) не более —$6 \cdot 10^{-4}$. Диэлектрическая проницаемость при 20° С и частоте 10^{13} *гц* (ориентированной пленки) — не более 2,2.

Определение эффективности заземления экрана

Компенсация поля помех осуществляется за счет противодействующего поля, возникающего вследствие циркуляции тока в контуре «экран — корпус» под действием э. д. с., наведенной в экране полем помех влияющего провода.

Если обозначить через $E_н$ напряженность поля от неэкранированного провода на заданном расстоянии, а через $E_э$ — напряженность поля на том же расстоянии от экранированного провода, то степень экранирования (g) может быть выражена отношением:

$$g = \frac{E_н - E_э}{E_н} 100\,\%.$$

Если $E_э = 0$, то получается полное экранирование.

Степень экранирования связана с электрическими параметрами экрана следующим образом:

$$g = \frac{M_1 M_2}{M_0} \cdot \frac{\omega^2 L}{R^2 + \omega^2 L^2} 100\,\%,$$

где M_0 — коэффициент взаимоиндукции между влияющим проводом и проводом связи (антенны) при отсутствии экрана;

M_1 — коэффициент взаимоиндукции между влияющим проводом и экраном;

M_2 — коэффициент взаимоиндукции между экраном и проводом связи (антенны);

L — коэффициент самоиндукции контура «экран — корпус»;

R — активное сопротивление контура «экран — корпус»;

ω — угловая частота ($\omega = 2\pi f$, где f — частота).

С достаточной для практики точностью можно принять, что:

$$\frac{M_2}{M_0} = 1,$$

тогда

$$g = \frac{\omega^2 L M_1}{R^2 + \omega^2 L^2} 100\,\%.$$

При $R = \infty$, т. е. когда провод заложен в экран, не имеющий прямого соединения с корпусом самолета (вертолета) (контур «экран — корпус» разомкнут), степень экранирования равна

$$g = \frac{\omega^2 L M_1}{\infty + \omega^2 L^2} 100\% = 0.$$

При $R=0$, т. е. когда провод заложен в экран, который соединен непосредственно с корпусом объекта таким образом, что переходные сопротивления контактов сведены к минимуму, а сам экран выполнен из хорошего проводника и металлический корпус объекта имеет малое электрическое сопротивление, степень экранирования равна

$$g = \frac{\omega^2 L M_1}{0 + \omega^2 L^2} 100\% \quad \text{или} \quad g = \frac{M_1}{L} 100\%.$$

В данном случае отношение $\frac{M_1}{L}$ близко к единице, следовательно, экранирование будет весьма эффективным и не зависящим от частоты.

Если соединение экрана провода осуществляется при помощи специальных перемычек, то степень экранирования примет вид

$$g = \frac{1}{1 + \frac{h}{l}\left(\frac{l_n \frac{2h}{a+b} + 0,5}{l_n \frac{2l}{r} - 1}\right)} 100\%,$$

где l — длина участка экранированного провода между точками соединения экрана с корпусом;
h — длина перемычки, соединяющей экран с корпусом;
a и b — ширина и толщина перемычки;
r — внешний радиус экрана.

При прочих равных условиях степень экранирования тем больше, чем меньше длина перемычки. Если в контуре «экран — корпус» обеспечивается минимальное активное сопротивление ($R=0$) без применения перемычки ($h=0$), то степень экранирования $g \approx 100\%$.

Определение плотности экранирующей плетенки

Плотностью экранирующей плетенки называется отношение действительно покрытой экранирующей плетенкой поверхности ко всей оплетаемой поверхности провода. Эта величина может быть найдена по формуле

$$S = (2P - P^2)\, 100\%, \quad \text{где } P = \frac{nd}{G \cos \varphi}; \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{G}{\pi D_{\text{ср}}},$$

где n — половина общего числа проволок, составляющих плетенку;
d — диаметр проволоки;
G — шаг намотки;
$D_{\text{ср}}$ — средний диаметр оплетаемого провода;
α — угол намотки.

Определение качества экранирования электрической сети

Качество выполнения экранирования электрической сети оценивается величиной переходного сопротивления стыков экранов и соединения экранов с корпусом объекта или двигателя. Под суммарным значением величины переходного сопротивления подразумевается сумма всех последовательных сопротивлений, участвующих в данном узле сочленений экранов или соединения экрана с корпусом объекта.

Переходное сопротивление узлов экранирования электросети измеряется микроомметром М-246 или аналогичным ему прибором. При изменении переходных сопротивлений щупы прибора следует располагать на расстоянии не более 20 *мм* от стыка с тем, чтобы не вносить в показания прибора сопротивление соседних участков металла. Кроме того, при измерении переходного сопротивления нужно обеспечить надежный электрический контакт кернов щупов с металлической поверхностью измеряемого узла. Контакт достигается неоднократным нажатием щупов, керны которых при вращении зачищают поверхность под своими остриями. Если поверхность имеет изоляционное противокоррозионное покрытие, то необходимо неоднократным нажатием щупов разрушить это покрытие под кернами.

В каждом контролируемом соединении измеряют переходное сопротивление дважды, при этом в расчет берется наименьшее значение переходного сопротивления. Если величина переходного сопротивления будет превышать установленные нормы, то необходимо провести работы по восстановлению электрического контакта до допустимых норм переходного сопротивления. В процессе эксплуатации с течением времени происходит нарушение электрического контакта в стыках экранов и в местах соединения их с корпусом объекта или двигателя. Поэтому необходимо периодически производить проверку экранирования по следующим параметрам:

состояние экранирующих покрытий проводов, жгутов и кабелей, особенно защищенных плетенкой или рукавом, легко поддающихся механическим повреждениям;

крепление жгутов, особенно мест соединения экрана с корпусом объекта;

заделка экранов в штепсельные разъемы и клеммные соединения;

отсутствие люфта в разъемных участках экранов;

прочность крепления замков крышек экранированных коробок;

чистота плетенок (рукавов) и мест стыковки участков экранов и креплений;

целостность плетенки перемычек металлизации и прочность крепления их к корпусам штепсельных разъемов.

Важно, чтобы в период эксплуатации объекта электрический контакт в стыках экранов и крепления их не выходил из допустимых норм переходных сопротивлений до капитального ремонта.

Если соединение ослабнет, то между контактирующими поверхностями начинает проникать вода, масло и грязь. Поэтому при выполнении регламентных работ перед подтягиванием ослабленных соединений следует предварительно разобрать их и основательно очистить контактирующие поверхности от масляной пленки, грязи и коррозии.

Таблица 140

Допустимые предельные величины напряжения электрических помех радиоприему для сетей постоянного тока

Частота, *Мгц*	Напряжение помех радиоприему, *мкв*	
	в системах мощностью до 6 *квт* и цепях возбуждения источников	в системах мощностью более 6 *квт*
0,16	100	500
0,5	60	230
1	45	150
4	25	60
6—400	20	50

Таблица 141

Допустимые предельные величины напряжения электрических помех радиоприему для сетей переменного тока

Частота, *Мгц*	Напряжение помех радиоприему, *мкв*	
	в системе	в цепях возбуждения источников
0,16	250	100
0,5	150	60
1	110	45
4	60	25
6—400	50	20

Для оценки качества экранирования электрической сети на объекте установлены предельные величины напряжения электрических помех радиоприему. Эти сведения приведены для электрических сетей постоянного тока в табл. 140, для электрических сетей переменного тока — в табл. 141.

Инструкция по проверке шарикоподшипников

Требования к подшипникам

1. Шлифованные монтажные поверхности подшипников должны быть чистыми, без следов ржавчины, токарных и грубых шлифовальных рисок, царапин, забоин и раковин.

На монтажных поверхностях подшипников допускаются:

единичные грубые шлифовальные риски;

мелкая токарная риска длиной не более 1/3 окружности;

пучок мелких токарных рисок шириной не более 1/4 ширины кольца и длиной не более 1/4 окружности;

следы окалины в виде 1—2 мелких пятен;

следы зачистки коррозии и мелких забоин.

2. Сепараторы всех подшипников должны иметь чистые поверхности, без заусенцев, острых кромок, трещин, отслаивания материала, раковин и пористости. В местах прилегания шариков не должно быть забоин и вмятин. Головки заклепок и распорок должны быть полностью расклепаны, без грубого смещения.

3. При вращении подшипники должны иметь ровный и легкий, без заеданий, ход, незначительный шум при этом допустим.

4. Точность размеров подшипника определяется допустимыми отклонениями по внутреннему и наружному диаметрам, по ширине колец.

5. Эксплуатационные качества подшипников, помимо показателей точности основных размеров, характеризуются также следующими показателями:

радиальным биением внутреннего кольца;

боковым биением торца внутреннего кольца;

боковым биением по дорожке качения внутреннего кольца;

радиальной и осевой «игрой».

6. Каждый неразъемный подшипник должен иметь на одном из колец или на одной из шайб условное клеймо организации-изготовителя в соответствии с ГОСТ 520—55.

Методика проверки подшипников

По пп. 1, 2, 3 и 6 контроль проводится наружным осмотром.

По п. 4 наружный диаметр измеряется на вертикальном оптиметре или на плите с микронным индикатором. Измерение проводится не менее чем в двух сечениях по высоте, несколько отступая от фасок, с вращением измеряемого кольца подшипника на полный оборот. Средний диаметр D_{cp} равен среднему арифметическому из наибольшего D_{max} и наименьшего D_{min} измеренных диаметров:

$$D_{cp} = \frac{D_{max} + D_{min}}{2}.$$

Пригодным считается шарикоподшипник в том случае, если наибольший, наименьший и средний диаметры колец не выходят за пределы, указанные в табл. 142, 143.

Внутренний диаметр внутреннего кольца измеряется предельными пробками. В сомнительных случаях внутренний диаметр отверстия измеряют на оптиметре. Ширина колец контролируется микрометром.

По п. 5 радиальное биение внутреннего кольца проверяется на приспособлении индикатором *С* (рис. 218, *а*). Боковое биение торца внутреннего кольца

Т а б л и ц а 142

Допуски на размеры внутреннего кольца радиальных и радиально-упорных, шарико- и роликоподшипников, *мк*

Внутренний диаметр, *мм*		Допустимые отклонения						Допустимые величины, не более											
		внутреннего диаметра				ширины внутренних и наружных колец радиальных и радиально-упорных подшипников		непараллельность торцов			торцовое биение			радиальное биение			боковое биение по дорожкам качения		
		D_{cp}		D_{max}	D_{min}			Классы точности											
Свыше	До	Верхний	Нижний	Верхний	Нижний	Верхний	Нижний	Н	П	В и ВП	Н	П	В и ВП	Н	П	В и ВП	Н	П	В и ВП
—	30	0	−10	+3	−13	0	−100	20	16	10	20	16	10	13	10	10	40	32	20
30	50	0	−12	+3	−15	0	−120	20	16	10	20	16	10	15	12	10	40	32	20
50	80	0	−15	+4	−19	0	−150	25	20	12	25	20	12	20	16	12	50	40	25
80	120	0	−20	+5	−25	0	−200	25	20	12	25	20	12	25	20	14	50	40	25
120	180	0	−25	+6	−31	0	−250	30	24	15	30	24	15	30	24	16	60	48	30

Т а б л и ц а 143

Допуски на размеры наружного кольца радиальных и радиально-упорных шарико- и роликоподшипников, *мк*

Наружный диаметр, *мм*		Допустимые отклонения по наружному диаметру				Допустимые отклонения, не более					
		D_{cp}		D_{max}	D_{min}	радиальное биение			боковое биение по дорожкам качения		
						Классы точности					
Свыше	До	Верхний	Нижний	Верхний	Нижний	Н	П и ВП	В и АВ	Н	П и ВП	В и АВ
	18	0	−8	+2	−10	15	12	7	40	32	20
18	30	0	−9	+2	−11	15	12	7	40	32	20
30	50	0	−11	+3	−14	20	16	10	40	32	20
50	80	0	−13	+4	−17	25	20	12	40	32	20
80	120	0	−15	+5	−20	35	28	17	45	36	22

проверяется на приспособлении индикатором А (рис. 218, *б*). Боковое биение по дорожке качения внутреннего кольца проверяется на приспособлении индикатором В (рис. 218, *в*).

Контролируемый подшипник устанавливается наружным кольцом на жесткую неподвижную опору (см. рис. 218, *б*). На внутреннее кольцо кладется шлифованная по торцам пластина, в центр которой упирается наконечник индикатора. Внутреннее кольцо вручную притирается на шариках, и после этого при свободно сидящем (без нагрузки) внутреннем кольце фиксируется показание стрелки индикатора. Затем, прижимая к опоре наружное кольцо, одновременно пальцами рук, приложенными симметрично по диаметру, вынимают вверх (по направлению стрелки К) внутреннее кольцо с силой 2—3 *кГ*, после чего вновь фиксируют показание стрелки индикатора.

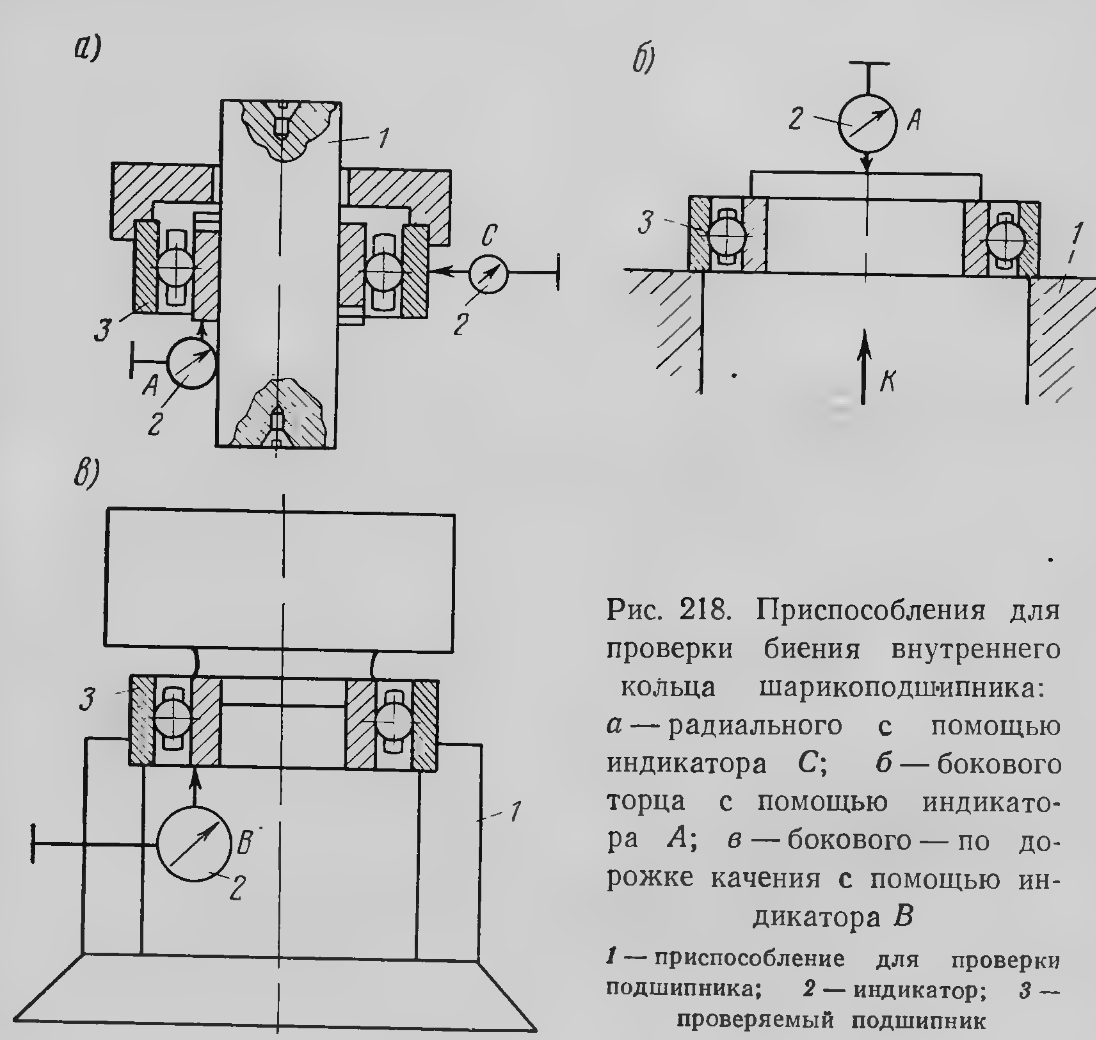


Рис. 218. Приспособления для проверки биения внутреннего кольца шарикоподшипника: *а* — радиального с помощью индикатора *С*; *б* — бокового торца с помощью индикатора *А*; *в* — бокового — по дорожке качения с помощью индикатора *В*

1 — приспособление для проверки подшипника; *2* — индикатор; *3* — проверяемый подшипник

Аналогичные замеры делают на каждом подшипнике 2—3 раза, причем при каждом измерении внутреннее кольцо поворачиваюг относительно наружного. Величина «игры» в подшипнике определяется как среднее арифметическое результатов этих измерений. Величина осевой «игры» подшипника должна соответствовать ТУ 3900А.

При неудовлетворительном исходе испытаний из партии шарикоподшипников отбирается удвоенное количество. При неудовлетворительной повторной проверке партия шарикоподшипников признается окончательным браком. Шарикоподшипники, бывшие в эксплуатации, могут быть использованы для повторной установки в изделие в том случае, если они после проверки удовлетворяют всем требованиям ГОСТов в соответствии с приведенными выше измерениями.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

ОГЛАВЛЕНИЕ

Владимир Федорович Блюгер,
Вениамин Григорьевич Бреславец

Справочник авиационного техника по электрооборудованию

Редактор *И. В. Мариян*
Технический редактор *Н. М. Панина*
Корректоры *С. М. Лобова, С. Н. Мясникова*

Сдано в набор 27/VIII 1969 г. Подписано в печать 1/VI 1970 г.
Бумага 60×90 1/16 № 2 Печ. л. 19,25 Уч.-изд. л. 24,21
Т-06637 Тираж 8.000 Цена 1 р. 41 к. Изд. № 1—2—2/17 № 1130
Издательство «Транспорт», Москва, Б-174, Басманный тупик, 6а

Московская типография № 8 Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР,
Хохловский пер., 7. Зак. 4738